

ANALISIS TEBAL LAPIS PERKERASAN DENGAN METODE BINA MARGA 1987 DAN AASHTO 1986

Sri Nuryati

Universitas Islam “45” Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi, Telp: 021-88344436
E-mail : nur_unis@yahoo.com

Abstrak

Konstruksi perkerasan jalan umumnya terbagi atas dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid Pavement*). Kinerja dari kedua perkerasan tersebut ditentukan berdasarkan keamanan dan kenyamanan mengemudi (*riding quality*) terhadap fungsi jalan.

Pada penelitian ini perencanaan perkerasan jalan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Perhitungan tebal lapis perkerasan menggunakan metode Bina Marga 1987 dan ASSHTO 1986 (*American Association of State Highway Traffic Officials*) dengan umur rencana 20 tahun yang akan datang. Kedua metode tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, beban lalu lintas, bahan material dan umur rencana jalan.

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa tebal lapis permukaan (*surface course*) dengan metode Bina Marga 1987 lebih besar dibandingkan metode AASHTO 1986 yaitu sebesar 15 cm, lapis pondasi atas (*base course*) 20 cm dan lapis pondasi bawah (*subbase course*) 20 cm. Sedangkan dengan metode AASHTO lapis permukaan sebesar 13 cm, lapis pondasi atas 17,5 cm dan lapis pondasi bawah 17,5 cm. Hal ini disebabkan karena faktor lingkungan untuk masing-masing negara adalah berbeda-beda. Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) pada umur rencana terjadi pada tahun ke 15 yaitu sebesar 6,5 cm dengan metode Bina Marga dan 3,0 cm dengan metode AASHTO 1986.

Kata Kunci : *Surface course, Base course, Subbase course.*

I. Pendahuluan

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat untuk melayani pergerakan manusia dan atau barang dari suatu tempat ke tempat lain secara aman, nyaman, dan ekonomis. Perkembangan pertumbuhan jumlah penduduk menyebabkan berkurangnya jaringan jalan yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan yang terus meningkat setiap tahunnya yaitu berkisar antara 10 % - 55 % per tahun dan tidak berimbang dengan perkembangan panjang jalan yang hanya berkisar 1,9 % pertahun (Waldijono, 1992).

Lapis perkerasan lentur jalan terbagi atas lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan tanah dasar (*subgrade*). Faktor utama yang mempengaruhi tebal lapis perkerasan tersebut adalah beban lalu lintas (LHR), kondisi lingkungan dan karakteristik material (Paquette, 1987). Jumlah LHR dihitung berdasarkan angka pertumbuhan lalu lintas pada saat, sebelum dan sesudah perkerasan jalan dilakukan.

II. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu-lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid Pavement*). Selain dari dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara lentur dan kaku.

Perencanaan perkerasan jalan dikatakan baik apabila konstruksi tersebut memberikan beberapa sifat yaitu kuat, nyaman dan bernilai ekonomis. Konstruksi perkerasan harus mampu mendukung beban lalu lintas serta ketahanannya terhadap kondisi lingkungannya (Kilreski, 1990).

2.1. Perkerasan Lentur Jalan Raya

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Perkerasan lentur jalan terdiri dari beberapa lapis yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

1. Lapis Permukaan (*surface course*)

Fungsi utama lapis permukaan perkerasan jalan adalah berfungsi sebagai:

1. Struktural yaitu bagian yang secara langsung mendukung beban lalu lintas di atasnya (Bina Marga, 1990 dan Sukirman, 1992).
2. Non struktural, yaitu bagian yang memberikan bentuk permukaan yang halus, rata, dan nyaman bagi para pemakai jalan (Witczak, 1975).

Bahan lapis perkerasan berpengaruh terhadap umur perkerasan jalan, rapat air untuk melindungi lapisan dibawahnya dan merupakan lapisan aus. Bahan material yang digunakan relatif lebih tinggi dibandingkan lapis bawahnya.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas (*base course*) pada perkerasan lentur difungsikan sebagai lapisan penambah kapasitas daya dukung beban-beban yang terjadi dengan tingkat kekakuannya, kekuatan serta ketahanan bahan yang cukup baik.

Fungsi utama dari lapis pondasi atas adalah :

- a. Mendukung kerja lapis permukaan sebagai penahan gaya geser dari beban roda, dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya
- b. Memperkuat konstruksi perkerasan, sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan
- c. Sebagai lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah

Berdasarkan peraturan dari Bina Marga penggunaan material untuk lapis pondasi atas harus memiliki nilai $CBR \geq 50\%$ dan $PI < 4\%$.

3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Yaitu merupakan bagian dari perkerasan yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi atas. Fungsi utama dari lapis pondasi bawah adalah :

- a. Untuk menyebarkan beban roda ke lapisan yang ada dibawahnya.
- b. Sebagai lapisan awal (lantai kerja) untuk melaksanakan pekerjaan perkerasan jalan misalnya pada penghamparan bahan lapis pondasi.
- c. Sebagai lapis peresapan air, nilai kepadatannya mencegah masuknya air dari tanah dasar ke lapisan pondasi.
- d. Untuk mencegah masuknya tanah dasar yang berkualitas rendah ke lapis pondasi atas,

4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Adalah lapisan tanah dasar dibawah perkerasan jalan, fungsinya untuk mendukung perkerasan jalan. Subgrade dapat berupa tanah asli setempat yang dipadatkan, tanah urugan badan jalan yang dipadatkan, tanah timbunan atau galian setempat. Fungsi tanah dasar sebagai bahan perkerasan adalah sebagai bahan yang mampu menahan beban lalu lintas dan untuk menghindari meresapnya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada diatasnya.

2.2. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan dengan Metode Bina Marga

Beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur jalan menurut pedoman perencanaan lapis perkerasan baik untuk jalan baru maupun jalan lama dengan metode analisa komponen no. 01/PD/B/1987, Dirjen Bina Marga adalah Koefisien distribusi arah

kendaraan (c) , Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan (E), Lintas Ekuivalen, Daya dukung Tanah (DDT), Faktor Regional (FR), Indek permukaan (IP), Indek tebal perkerasan (ITp), dan Koefisien kekuatan relatif.

1. Koefisien Distribusi Arah Kendaraan (c)

Prosentase jenis kendaraan pada jalur rencana adalah jumlah kendaraan yang melintasi jalur jalan yang sesuai dengan karakteristik jalan itu sendiri. Jumlah kendaraan yang melewati lajur rencana masing-masing beratnya diperhitungkan dengan nilai koefisien distribusi arah kendaraan (c).

2. Angka Ekuivalen (E)

Angka ekuivalen (E) dihitung berdasarkan beban sumbu kendaraan dihitung dari letak titik berat kendaraan dalam memberikan prosentase beban pada roda depan (as tunggal) dan roda belakang (as tunggal/ganda). Persamaan angka ekuivalen adalah sebagai berikut :

a. Untuk sumbu tunggal :

$$E \text{ tunggal} = 1 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (1-1)$$

b. Untuk Sumbu ganda :

$$E \text{ Ganda} = 0,086 \left[\frac{\text{Beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (1-2)$$

c. Untuk sumbu Triple :

$$E \text{ triple} = 0,053 \frac{(\text{beban satu sumbu triple (kg)})^4}{8160} \quad (1-3)$$

3. Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen adalah repetisi beban yang dinyatakan dalam lintas sumbu standar yang diterima oleh konstruksi jalan terhadap jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR).

Lintas ekuivalen terdiri dari :

a. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) : besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana. Persamaan LEP :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (1-4)$$

b. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) : besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan (akhir umur rencana). Persamaan LEA :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (1-5)$$

Dimana :

i = tingkat pertumbuhan lalu lintas

UR = umur rencana

c. Lintas Ekuivalen Tengah (LET), dihitung dengan persamaan :

$$LET = \frac{1}{2} [LEP + LEA] \quad (1-6)$$

d. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas ekuivalen selama umur rencana (AE18KSAL/N) adalah jumlah lintasan ekuivalen yang akan melintasi jalan selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

Persamaan LER :

$$LER = LET \times FP \quad (1-7)$$

Dimana :

FP = faktor penyesuaian

$$FP = \frac{UR}{10}$$

4. Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah/ kekuatan tanah dasar (*subgrade*) adalah kemampuan tanah untuk menerima beban yang bekerja padanya. DDT di ukur dengan tes *California Bearing Ratio* (BCR). Nilai CBR menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan beban standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas, atau

perbandingan antara beban penetrasi pada suatu bahan dengan beban standar pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban penetrasi yang telah dikoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\%$$

5. Faktor Regional (FR)

Faktor regional/faktor lingkungan adalah faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan setempat dimana tiap-tiap negara adalah berbeda-beda. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai FR adalah air tanah dan hujan, perubahan temperatur (iklim) dan kemiringan medan.

Tabel 1. Faktor Regional (FR)

Curah Hujan	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kend. berat		% Kend. berat		% Kend. berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

Sumber : SKBI -2.3.26.1987 (Bina Marga, 1987)

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0

6. Indeks Permukaan (IP)

Adalah besaran yang dipakai untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sehubungan dengan tingkat pelayanan jalan.

Nilai indeks permukaan jalan terdiri dari :

- Indeks Permukaan Awal (IPo) : ditentukan berdasarkan jenis lapis permukaan pada awal umur rencana (kerataan/kehalusan serta kekokohan).
- Indeks Permukaan Akhir (IPt) : ditentukan berdasarkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah ekuivalen rencana (LER).

Nilai IPt < 1,0 : kondisi jalan rusak berat

IPt = 1,5 : Tingkat pelayanan jalan terendah

IPt = 2,0 : permukaan jalan cukup baik

IPt = 2,5 : permukaan jalan baik dan cukup stabil

Untuk perencanaan perkerasan jalan menurut Bina Marga untuk periode rencana 10 tahun nilai IPt adalah 1 ; 1,5 ; 2 dan 2,5.

7. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Nilai ITP ditentukan dengan nomogram ITP yang dikorelasikan dengan nilai daya dukung tanah, lintas ekuivalen rencana, faktor regional dan indeks permukaan. Persamaan nilai ITP adalah sebagai berikut :

$$\text{ITP} = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad (1-8)$$

Dimana :

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan.

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2,3, masing-masing lapis permukaan, lapisan pondasi dan lapisan pondasi bawah.

8. Koefisien Kekuatan Relatif (a) dan Tebal Minimum Lapis Perkerasan (D)

Nilai koefisien kekuatan relatif (a) dan tebal minimum lapis perkerasan (D) dapat dihitung setelah nilai ITP diketahui dari grafik nomogram. Tebal minimum lapis pondasi bawah untuk setiap nilai ITP ditentukan sebesar 10 cm (Bina Marga, 1987).

2.3. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO, 1986

Perencanaan tebal perkerasan lentur metode AASHTO (*American Association of State Highway Traffic Officials*) berkembang sejak dimulainya pengujian/penelitian lapangan secara berkala yang dilakukan di Ottawa, negara bagian Illinois, USA pada bulan Oktober 1958 sampai November 1960. Faktor utama yang mempengaruhinya adalah : batasan waktu, beban lalulintas dan tingkat pertumbuhan lalulintas, reliabilitas dan simpangan baku keseluruhan, kondisi lingkungan, kriteria kinerja jalan, nilai modulus resilien tanah dasar (M_r), faktor drainase (m), Indek Tebal Perkerasan ($ITP=PSI$, dinyatakan dalam SN (Struktur Number) dan jenis perkerasan yang digunakan serta tebal masing-masing perkerasan.

Nilai daya dukung tanah (DDT) metode AASHTO 1986 dinyatakan dalam modulus resilien (M_r) atau korelasi dengan CBR, sedangkan faktor regional (FR) dinyatakan dengan koefisien drainase, kehilangan tingkat pelayanan, dan simpangan baku keseluruhan.

Persamaan tebal lapis perkerasan menurut AASHTO adalah :

$$\log W_{18} = z_r \times (S_o) + 9,36 \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{(4,2-1,5)}\right]}{\frac{0,4+1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,23 \log_{10}(M_r) - 8,07$$

Dimana :

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 M_2 + a_3 D_3 M_3 \quad (1-9)$$

$$\Delta PSI = IP_o - IP_t \quad (1-10)$$

W_{18} = Lintas ekuivalen selama umur rencana

Z_r = Simpangan baku

S_o = gabungan kesalahan baku dari perkiraan lalulintas dan kinerja perkerasan

$S_o = 0,30 - 0,40$: Rigid pavement

$S_o = 0,4 - 0,5$: flexible pavement

SN = struktur number (ITP) yaitu menyatakan hubungan antara nilai kekuatan relatif bahan perkerasan dgn tebal perkerasan

PSI = selisih indek perkerasan (IP) awal dan akhir

M_r = Modulus relisien tanah dasar (Psi)

D = tebal masing-masing lapis perkerasan

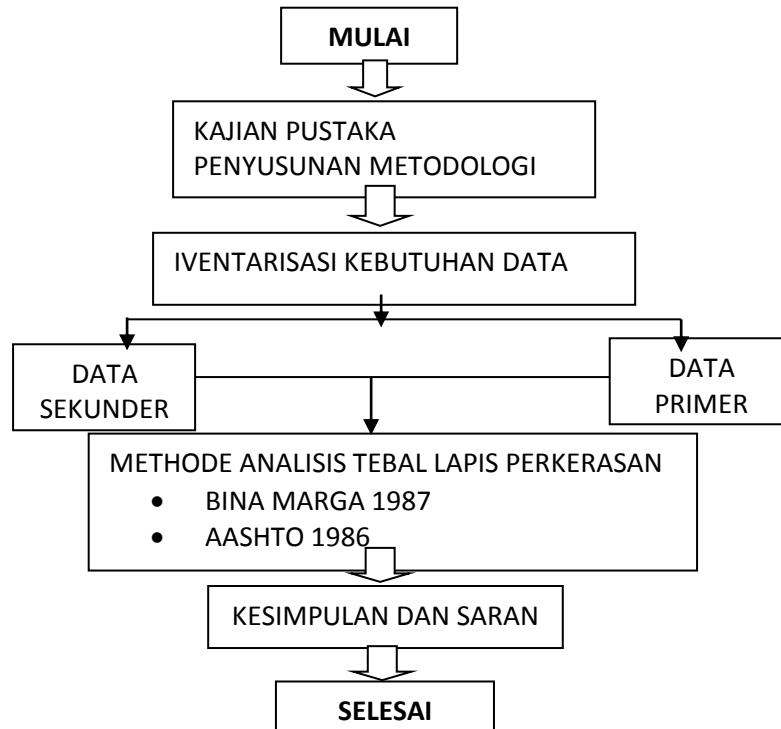
a = koefisien kekuatan relatif

M = koefisien drainase tiap lapis

Nilai indek permukaan (PSI) berkisar antara 0 – 5 berdasarkan jenis lapisan permukaan serta kelas jalan. Pada jalan yang baru dibuka nilai indek permukaan sebesar $IP_o = 4,2$ (Witczak, 1975). Selama periode tertentu, nilai indek permukaan mengalami penurunan dari $IP_o = 4,2$ hingga mencapai indek permukaan terminal $IP_t = 1,5$; $2,0$; atau $2,5$.

III. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan kerangka penulisan dalam penelitian yang digambarkan dalam bentuk *flow chart*.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3.1. Lingkup Data

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan perencanaan tebal lapis perkerasan jalan adalah data :

1. LHR (lalulintas harian Rata-rata)
2. Faktor regional (FR) : keadaan topografi dan kelandaian
3. Agregat kelas A untuk pondasi atas
4. Agregat kelas B untuk pondasi bawah
5. CBR tanah dasar
6. Data ATB, ATBL, dan HRS untuk lapis permukaan jalan

3.2. Data Material Perkerasan

Data –data hasil laboratorium untuk bahan material perkerasan :

- | | |
|-------------------------------------|----------|
| a. Lapis permukaan, HRS (MS : 843) | : 0,275 |
| b. Lapis permukaan, ATBL (MS : 746) | : 0,2438 |
| c. Lapis permukaan, ATB (MS : 1232) | : 0,41 |
| d. Lapis pondasi (A) (CBR 80%) | : 0,13 |
| e. Lapis pondasi B (CBR 30%) | : 0,12 |

3.3. Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Jumlah LHR yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 2. Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Jenis Kendaraan	SMP
Kendaraan ringan 2 ton	12.838,00
Bus	441,00
Truk 2 as	2.457,00
Truk 3 as	296,00
Truk 5 as	148,00
Jumlah	16.180,00

Sumber : Hasil survei

Angka pertumbuhan lalu lintas pada penelitian ini untuk masa sekarang direncanakan sebesar 5 % pertahun dan untuk umur rencana 20 tahun sebesar 6% pertahun.

IV. Hasil Analisis

4.1. Metode Bina Marga 1987

Jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk perhitungan perkerasan jalan dihitung pada masa sekarang (saat), sebelum, sedang, dan sesudah pengerjaan perkerasan jalan. Angka pertumbuhan jumlah kendaraan pada masa yang akan datang dihitung dengan persamaan : $LHR_n = (1 + i)^n$

Angka pertumbuhan lalu lintas pada penelitian ini pada masa sekarang adalah 5% dan untuk masa yang akan datang (umur rencana, 20 tahun y.a.d) sebesar 6%. Hasil perhitungan jumlah LHR perkiraan (smp) berdasarkan tabel sebelumnya adalah seperti pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Jumlah LHR Perkiraan Akibat Pertumbuhan Lalu lintas

Jenis Kendaraan	LHR (SMP)	LHR Perkiraan (SMP)	
		Pertumbuhan 5%	Pertumbuhan 6%
Kendaraan Ringan	12.838,00	13.479,90	41.173,21
Bus	441,00	463,05	1.414,35
Truk 2 as	2.457,00	2.579,85	7.879,93
Truk 3 as	296,00	310,80	949,31
Truk 5 as	148,00	155,40	474,66
JUMLAH LHR		16.989,00	51.891,45

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa angka pertumbuhan jumlah lalu lintas untuk 20 tahun yang akan datang meningkat 28,65%.

4.1.2. Angka Ekuivalen (E)

Angka ekuivalen beban kendaraan di hitung berdasarkan persamaan (1-1) dan (1-2) berdasarkan persamaan (1-1) dan (1-2). Hasil perhitungannya seperti pada tabel :

Tabel 4. Angka Ekuivalen dari Beban Kendaraan

Jenis Kendaraan	Roda As Kendaraan (ton)			Angka Ekuivalen, E
	Depan	Belakang	Gandengan	
Kendaraan Ringan 2 ton	0,0002	0,0002		0,0004
Bus 8 ton (as depan 3 ton + as belakang 5 ton)	0,0183	0,1410		0,1593
Truk ringan 13 ton (as depan 5 ton + as belakang ganda 8 ton)	0,1410	0,0794		0,2204
Truk sedang 20 ton (as depan 6 ton + 2 as belakang (ganda) 7 ton)	0,2923	1,4904		1,7827
Truk berat 30 ton (as depan 6 ton + 2 as belakang (ganda) 7 ton + 2 as gandengan masing-masing 5 ton)	0,2923	1,4904	0,2820	2,0647

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.3. Faktor Distribusi Kendaraan (c)

Faktor distribusi kendaraan ditentukan berdasarkan jumlah jalur/lajur dan jumlah arah Jalan. Pada penelitian ini diasumsikan jalan terdiri dari 2 jalur dan 2 arah, berdasarkan tabel sebelumnya, besarnya faktor distribusi kendaraan (c) diambil sebesar 0,5

4.1.4. Analisis Lintas Ekuivalen

Berdasarkan persamaan (1-4) sampai (1-7), hasil perhitungan lintas ekuivalen seperti pada tabel 5. berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Lintas Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Lintas Ekuivalen			
	LEP	LEA	LET	LER
Kendaraan ringan 2 ton	2,5680	8,2300		
Bus	35,1260	112,6500		
Truk ringan 2 as	270,7610	868,3700		
Truk sedang 3 as	153,5500	492,4600		
Truk berat 5 as	97,6430	313,1500		
Jumlah	559,6480	1794,8600	1177,2540	2354,5080

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.5. Daya Dukung Tanah (DDT)

Nilai Daya dukung tanah (DDT) untuk tebal lapis perkerasan dihitung menggunakan nomogram korelasi CBR. Nilai CBR adalah :

- CBR = 8,0%, dari tabel korelasi CBR, diperoleh DDT = 5,5
- Jalan lingkaran utara termasuk jalan arteri, berdasarkan hasil LER diperoleh $IPo = 3,9 - 3,3$ dan $IPt = 2,0$ (tabel 2.4)

4.1.6. Faktor Regional (FR)

Nilai Faktor lingkungan (FR) pada perhitungan berdasarkan pada tabel 2.1 diambil sebesar 1,0

4.1.7. Indek Tebal Permukaan (ITP)

Indek tebal lapis permukaan dihitung berdasarkan data-data berikut :

LER = 2.354,5080	} ITP = 9,9 Berdasarkan tabel dan nomogram (terlampir)
FR = 1,0	
DDT = 5,5	
IPo = 3,9 – 3,5	
IPt = 2,0	

Nilai ITP tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam persamaan (1-8) untuk menghitung tebal lapis perkerasan dengan nilai :

- a1 = koefisien lapis permukaan, laston = 0,32
a2 = koefisien base course kelas A = 0,14
a3 = koefisien subbase course kelas B = 0,12
D2 = tebal lapis pondasi = 20 cm
D3 = tebal lapis pondasi bawah = 20 cm

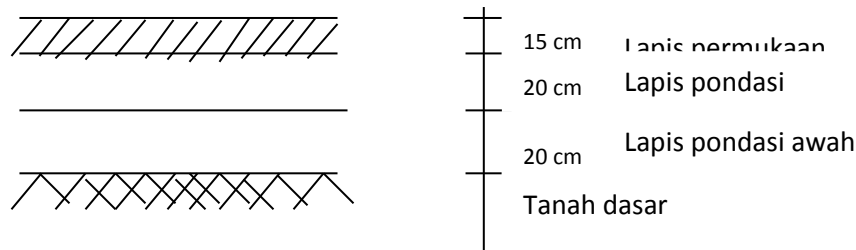
Maka ,

$$ITP = a1D1 + a2D2 + a3D3$$

$$9,9 = 0,32 \cdot D1 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot 20$$

$$D1 = 14,6875 \text{ cm} \approx \text{diambil } 15 \text{ cm (tebal lapis permukaan)}$$

Susunan lapis perkerasan seperti pada gambar berikut :



4.1.8. Perhitungan Umur Rencana Perkerasan Jalan

Perhitungan umur rencana perkerasan dihitung berdasarkan lintas ekivalen rencana (LER) sehingga diketahui kapan pekerjaan tambahan lapis perkerasan (*overlay*) pada umur rencana dilakukan. Berdasarkan nilai LER (tabel 4.3) maka :

$$\text{LER} = \text{LET}_{20} \cdot \text{UR}/10$$

$$2.354,5080 = 1.794,87 \cdot \text{UR}/10$$

$$\text{UR} = 13,118 \text{ tahun} \approx 15 \text{ tahun}$$

Jadi pada tahun ke 15 dari umur rencana, perkerasan jalan tersebut harus dilakukan pekerjaan *overlay* untuk perawatan perkerasan jalan.

Nilai ITP umur rencana perkerasan dihitung dengan menentukan nilai ITP (bahan material sub bab 3.2) sebagai berikut :

$$\text{ITP}_{20} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 + \dots + a_n \cdot D_n$$

$$\text{ITP}_{20} = 0,275 \cdot 3 + 0,2348 \cdot 5 + 0,41 \cdot 5 + 0,13 \cdot 20 = 9,094$$

a. Perhitungan *Overlay* Jalan Lama

Perubahan lapis permukaan perkerasan akibat kerusakan yang disebabkan beban lalu lintas mengakibatkan kondisi lapis perkerasan berkurang sampai 40% dari awal jalan tersebut dibuka. Sehingga perlu direncanakan adanya penambahan lapis perkerasan pada jalan lama (*overlay*). Diketahui hasil tes laboratorium untuk lapis permukaan perkerasan dan data lainnya adalah Laston (MS : 746) = 15 cm ; Agregat kelas A (CBR : 80%) = 20 cm ; Agregat kelas B (CBR : 30%) = 20 cm ; LER₂₀ = 2.354,5080 ; FR = 1,0 ; DDT = 5,8 (CBR 9,1%) ; IPt = 2,0 dan ITP₂₀ = 9,094.

Berdasarkan data tersebut diatas maka penambahan tebal lapis perkerasan dapat ditentukan sebagai berikut :

- Lapis permukaan : $60\% \cdot 15 \cdot 0,32 = 2,88$
 - Lapis pondasi atas : $100\% \cdot 20 \cdot 0,14 = 2,8$
 - Lapis pondasi bawah : $100\% \cdot 15 \cdot 0,12 = 1,8$ +
- $\Sigma \text{ITP} = 7,48$

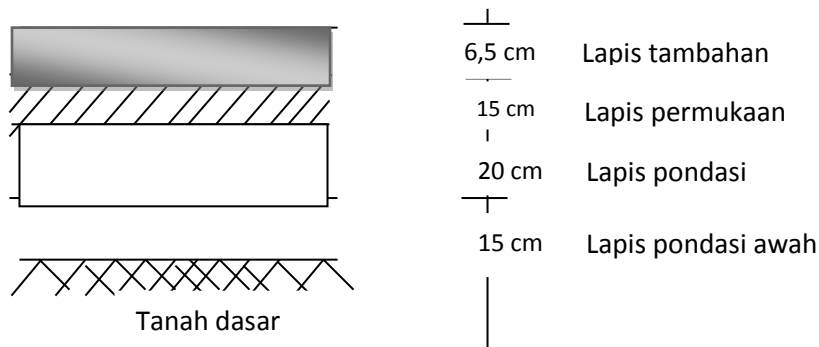
Maka tebal lapis perkerasan sampai umur rencana tahun ke-20 adalah :

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= \text{ITP}_{20} - \Sigma \text{ITP}_{\text{awal}} \\ &= 9,094 - 7,48 \\ &= 2,02 \end{aligned}$$

$$\text{ITP} = a_1 \cdot D_1$$

$$D_1 = 2,02/0,32 = 6,3125 \text{ cm} \approx 6,5 \text{ cm}$$

Susunan lapis perkerasan dengan *overlay* adalah sebagai berikut :



Gambar 2. : Lapis perkerasan tambahan (*overlay*) metode Bina Marga, 1987

4.2. Metode AASHTO 1986

Perhitungan tebal lapis perkerasan jalan dengan metode AASHTO 1986 , dihitung berdasarkan tabel 3.2 dan data-data lain berikut :

Data –data lain yang diperlukan adalah :

- Periode analisis : 20 tahun
- Angka pertumbuhan lalu lintas : 6%
- Fungsi jalan : Urban
- Klasifikasi jalan : Arteri
- Tanah dasar (CBR) : 8 %
- Indek Plastisitas (IP) : 12,00

Data – data yang diasumsikan :

- Tingkat Pelayanan awal (P_o) : 4,2 (lapis permukaan beton aspal)
- Keandalan (R)
 - a. Jalan arteri urban diambil : 90 %
 - b. Untuk 2 tahap (perkerasan awal dan 1 kali *overlay*), $R = 0,9^{1/2}$: 95 %
 - c. Zr (simpangan baku normal) untuk R = 95 % : -1,645
- Koefisien drainase (m)
 - a diambil 0,8 untuk keadaan drainase cukup dan waktu pengeringan dalam keadaan lembab sampai jenuh > 25 %
- Standar Deviasi keseluruhan (S_o)
 - Untuk perencanaan antara 0,4 – 0,5 diambil $S_o = 0,45$
- Tanah dasar ($M_r = \text{Modulus resiliensi}$)
 - $M_r = 1500 \times \text{CBR}$
 - $= 1500 \times 8$
 - $= 12.000 \text{ Psi}$

4.2.1. Analisis Lalu lintas

Dengan asumsi awal $S_{awal} = 3,3$ dan $P_t = 2,0$ diperoleh faktor ekivalen masing-masing kendaraan seperti pada tabel berikut :

Tabel 6. Faktor Ekivalen Kendaraan menurut Metode AASHTO 1986

Jenis Kendaraan	Faktor Ekivalen
Kendaraan ringan, 2 ton	0,0008
- As depan 1 ton = 2,24 kip	
- As belakang 1 ton = 2,24 kip	
Bus, 8 ton	0,1672
- As depan 3 ton = 6,72 kip	
- As belakang 5 ton = 11,2 kip	
Truk 2 as, 13 ton	0,8029

- As depan 5 ton	
- As belakang (ganda) 7 ton = 31,4 kip	
Truk 3 as, 20 ton	1,0865
- As depan 6 ton = 13,4 kip	
- As belakang (tandem) = 31,4 kip	
Truk 5 as, 30 ton	1,1389
- As depan 6 ton = 13,4 kip	
- As belakang (ganda) 14 ton = 31,4 kip	
- As gandeng depan 5 ton	
- As gandeng belakang 5 ton	
Sumber : AASHTO 1986	

Tabel 7. Jumlah Kendaraan Ekuivalen 18 kip ESAL

Jenis Kendaraan	Jml Kend. tahun I	Angka	Perencanaan	Faktor	Perencanaan
		Pertumbuhan	tahun ke I	Ekivalen	18-K ESAL
		6%			
	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)	(d)	(e) = (c) x (d)
Kend. ringan 2 as	12.838,00	36,79	472.310,02	0,0008	377,8480
Bus 8 ton	441,00	36,79	16.224,39	0,1672	2.712,7180
Truk 2 as = 13 ton	2.457,00	36,79	90.393,03	0,8029	72.576,5638
Truk 3 as = 20 ton	296,00	36,79	10.889,84	1,0865	11.831,8112
Truk 5 as = 30 ton	148,00	36,79	5.444,92	1,3819	7.524,3349
Jumlah	16.180,00		595.262,20	18k-ESAL	95.023,2759

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

(a) = Jumlah LHR awal tahun perencanaan

(b) = Faktor pertumbuhan lalulintas : $faktor = \frac{(1+g)^t - 1}{g}$

$$\text{Dimana : } g = \frac{\text{angka pertumbuhan lalulintas}}{100}$$

Pengulangan kumulatif 18- kip ESAL per-arah pada lajur rencana tahun pertama :

$$W18t = DD \times DL \times W18$$

Dimana :

DD = faktor distribusi arah 50 %

DL = Faktor distribusi lajur 100 %

Maka :

$$\begin{aligned} W18t &= 0,5 \cdot 1 \cdot 95.023,2759 \\ &= 17511,6370 \text{ 18-kip ESAL} \\ &= 0,5 \cdot 10^6 \text{ 18-kip ESAL} \end{aligned}$$

Untuk menentukan pengulangan beban dalam perencanaan fungsi waktu dibuat gambar perkiraan kumulatif pengulangan 18 –kip ESAL dalam periode analisis, yang diperoleh dari persamaan :

$$W18t = W18' \left[\frac{(1+g)^t - 1}{g} \right]$$

Dimana :

W18t = kumulatif pengulangan 18-kip ESAL perarah pada lajur rencana fungsi waktu

W18' = kumulatif pengulangan 18-kip ESAL pada tahun pertama

g = angka pertumbuhan lalulintas 6 %

t = waktu (tahun perencanaan)

Tabel 8. Kumulatif 18-kip ESAL terhadap waktu

Waktu (thn)	Kumulatif Beban Ekuivalen	Waktu (thn)	Kumulatif Beban Ekuivalen
X	Y	X	Y
0	0,0000	11	748582,1318
1	47511,6380	12	843497,0598
2	103000,0000	13	944106,8833
3	159180,0000	14	1050753,2960
4	218773,0800	15	1163798,4940
5	281854,6479	16	1283626,4040
6	348765,9268	17	141064,3988
7	419691,8824	18	1545282,6270
8	494873,3954	19	1687999,5850
9	574565,7991	20	1839279,5600

Sumber : hasil perhitungan

Keterangan : Y = Kumulatif 18-kip beban ekuivalen sumbu tunggal perarah pada lajur rencana

4.2.2. Perkiraan Periode Perencanaan

Diperkirakan periode perencanaan perkerasan 20 tahun, dihitung SN maksimum selama periode perencanaan. Diketahui : R = 95 % ; Zr = -1,645 ; So = 0,45 ; Mr = 12000 psi ; dan PSI = Po - Pt = 4,2 - 2,0 = 2,2,

Maka W20t diperoleh $0,8 \times 10^6$ 18-kip ESAL , sehingga diperoleh Snmak = 3,35

4.2.3. Pengaruh Pengembangan Tanah Dasar

Pengaruh pengembangan tanah dasar menyebabkan berkurangnya tingkat pelayanan dan dihitung berdasarkan : ketebalan badan jalan = 46 cm ; Indek plastisitas = 12 ; Potensi pengembangan vertikal (Vr) = 0,32 inchi dan *Swell Rate Constant* (Θ) = 0,07 untuk PI > 20 (AASHTO halaman H-4)

Jadi pengaruh pengembangan tanah dasar adalah :

$$\Delta\text{PSISW} = 0,00335 \cdot V_r \cdot P_s \cdot (1 - e^{-\Theta t})$$

Dibuat gambar ΔPSISW fungsi waktu, dengan Ps = 80% (timbunan tanah dasar disumsikan mempunyai *swelling* yang sama). Hasil perhitungan ΔPSISW terdapat pada tabel 9. berikut :

Tabel 9. Hasil Perhitungan Pengaruh Pengembangan Tanah Dasar

Waktu tahun	Δ PSISW	Waktu tahun	Δ PSISW
X	Y	X	Y
0	0,0000	10,5	0,0252
1	0,0012	11	0,0261
1,5	0,0036	11,5	0,0276
2	0,0048	12	0,0288
2,5	0,0060	12,5	0,0300
3	0,0072	13	0,0312
3,5	0,0084	13,5	0,0324
4	0,0096	14	0,0336
4,5	0,0108	14,5	0,0348
5	0,0120	15	0,0360
5,5	0,0132	15,5	0,0372
6	0,0144	16	0,0384
6,5	0,0156	16,5	0,0396
7	0,0168	17	0,0408
7,5	0,0180	17,5	0,0420
8	0,0192	18	0,0432
8,5	0,0204	18,5	0,0444
9	0,0216	19	0,0456
9,5	0,0228	19,5	0,0468
10	0,0240	20	0,0480

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.4. Perhitungan Umur Aktual

Perhitungan umur aktual perkerasan jalan dilakukan karena pengaruh dari *swelling* , tujuannya untuk menentukan kapan overlay akan dilakukan. Diketahui $SN_{awal} = 3,35$, umur periode perencanaan = 20 tahun dan $PSI = 2,2$, maka perhitungan umur aktual seperti pada tabel berikut :

Tabel 10. Perhitungan Umur Aktual Perencanaan Perkerasan

Iterasi	Taksiran thn Perencanaan	Δ PSISW	PSI_{TR}	Kumulatif Pengulangan pengulangan	Thn Perencanaan yang sesuai
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	18	0,0432	2,1568	785484,8687	20,3
2	19	0,0456	2,1544	785454,202	20,2
3	19,5	0,0468	2,1532	785438,855	20,1

Sumber : hasil perhitungan

Keterangan :

(3) = Taksiran nilai Δ PSISw berdasarkan tahun (2)

(4) = $PSI - (3)$

(5) = kumulatif pengulangan beban yang diijinkan dengan data seperti penentuan SN_{maks} kecuali PSI diganti no (4)

(6) = memakai dengan (5) dicari tahun perencanaan yang sesuai

Dari iterasi diperoleh tahun aktual 20 tahun dengan : $W = 1,8 \times 10^6$ 18-kip ESAL.

4.2.5. Perencanaan Tebal lapis Perkerasan Awal

Untuk konstruksi perkerasan jalan dengan umur 20 tahun dipakai pendekatan analisis lapisan yang digunakan untuk menentukan ketebalan lapisan. Konstruksi perkerasan jalan terdiri atas 3 lapis yaitu :

1. Lapis permukaan beton aspal : E = 40000 Psi ; a1 = 0,42
2. Lapisan pondasi atas, batu pecah kelas A : E = 30000 Psi ; a2 = 0,14
3. Lapisan pondasi bawah agregat kelas B : E = 11000 Psi ; a3 = 0,08

Penentuan ketebalan masing-masing lapisan adalah :

- a. Lapis permukaan : R = 95 % ; So = 0,45 ; W20 = 1,8 x 10⁶ 18-kip ESAL
- b. Lapis pondasi atas : E = 30000 Psi ; PSITR = 2,1532 ; SN = 2,1

Ketebalan beton aspal :

$$D^*1 = SN1 / a1 = 2,1 / 0,42$$

$$= 5 \text{ inchi} = 12,7 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm atau } 5,118 \text{ inchi}$$

$$SN^*1 = a1 \cdot D^*1 = 0,42 \cdot 5,118$$

$$= 2,148 > SN1 = 2,1$$

Lapis pondasi atas :

Dengan data yang sama kecuali E = 11000 Psi diperoleh SN2 = 2,90

Ketebalan batu pecah kelas A (CBR 80 %) :

$$D^*2 = SN2 - SN^*1 / (a2m2) = 2,9 - 2,148 / (0,14 \cdot 0,8)$$

$$= 6,705 \text{ inch} = 17,03 \text{ cm} \approx 17,5 \text{ atau } 6,9 \text{ inch}$$

$$SN^*2 = a2 \cdot D^*2m2 = 0,14 \cdot 6,9 \cdot 0,8$$

$$= 0,77$$

$$SN^*1 + SN^*2 > SN2$$

$$2,148 + 0,77 = 2,919 > 2,9$$

Lapis Pondasi Bawah :

Ketebalan agregat kelas B (CBR 100 %)

$$D^*3 = [SN3 - (SN^*2 + SN^*1)] / a3m3$$

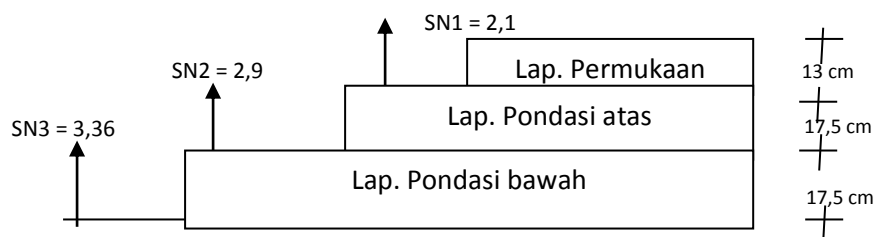
$$= [3,35 - (0,77 + 2,148)] / 0,08 \cdot 0,8$$

$$= 6,734 \text{ inch} = 17,105 \text{ cm} \approx 17,5 \text{ cm atau } 6,9 \text{ inch}$$

$$SN_{total} = 0,42 \cdot 5,118 + 0,14 \cdot 6,9 \cdot 0,8 + 0,08 \cdot 6,9 \cdot 0,8$$

$$= 3,36$$

Susunan perkerasan adalah sebagai berikut



Gambar 3. Tebal lapis perkerasan berdasarkan Metode AASHTO 1986

4.2.6. Hasil Stabilitas Marshal Test Lapis Permukaan

$$\text{HRS (843 kg)} = 0,21$$

$$\text{ATBL (746 kg)} = 0,19$$

$$\text{ATB (1232 kg)} = 0,255$$

$$\text{Jumlah} = 0,655$$

Hasil test mis design test :

- Agregat base course kelas A (CBR 80 %) : a2 = 0,13
- Agregat subbase kelas B (CBR 30 %) : a3 = 0,109

Perhitungan tebal masing-masing lapis perkerasan dengan hasil stabilitas Marshal test adalah sebagai berikut :

Lapis Permukaan :

$$D^*1 = SN1 / a1 = 2,1 / 0,655$$

$$= 3,206 \text{ inch} = 8,14 \text{ cm} \approx 8,5 \text{ cm atau } 3,346 \text{ inch}$$

$$\begin{aligned} \text{SN}^*1 &= a_1 \cdot D_1 = 0,655 \cdot 3,346 \\ &= 2,1919 > \text{SN}_1 = 2,1 \end{aligned}$$

Lapis Pondasi Atas :

$$\begin{aligned} D^*2 &= \text{SN}_2 - \text{SN}^*1 / (a_2 m_2) = 2,9 - 2,1919 / (0,13 \cdot 0,8) \\ &= 6,808 \text{ inch} = 17,29 \text{ cm} \approx 17,5 \text{ atau } 6,9 \text{ inch} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SN}^*2 &= a_2 \cdot D^*2 m_2 = 0,13 \cdot 6,9 \cdot 0,8 \\ &= 0,7176 \end{aligned}$$

$$\text{SN}^*1 + \text{SN}^*2 > \text{SN}_2$$

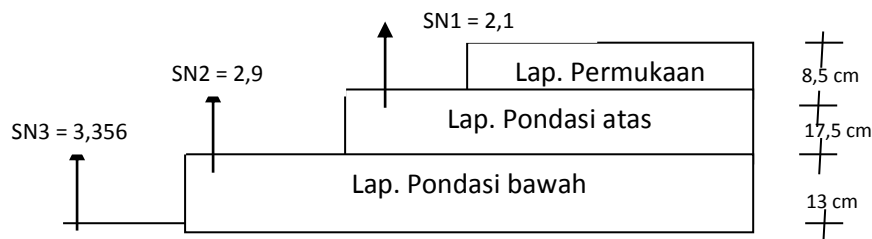
$$2,1919 + 0,7176 = 2,909 > \text{SN}_2 = 2,9$$

Lapis Pondasi Bawah :

$$\begin{aligned} D^*3 &= [\text{SN}_3 - (\text{SN}^*2 + \text{SN}^*1)] / a_3 m_3 = [3,35 - (0,7176 + 2,1919)] / 0,109 \cdot 0,8 \\ &= 5,05 \text{ inch} = 12,8 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm atau } 5,12 \text{ inch} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SN}_{\text{total}} &= 0,655 \cdot 3,346 + 0,13 \cdot 6,9 \cdot 0,8 + 0,109 \cdot 5,12 \cdot 0,8 \\ &= 3,3556 \end{aligned}$$

Susunan perkerasan adalah sebagai berikut



Gambar 4. Tebal lapis perkerasan berdasarkan Marshal Test dengan Metode AASHTO 1986

4.2.7. Perhitungan Perkerasan Jalan Lama (Overlay) Metode AASHTO 1986

Perhitungan pekerjaan jalan lama atau overlay dengan metode AASHTO 1986 dengan menggunakan data – data berikut :

- Laston (MS 746) : $a_1 = 0,445$ (tebal 13 cm)
- Lapis pondasi atas kelas A (CBR 80%) : $a_2 = 0,13$ (tebal 17,5 cm)
- Lapis pondasi bawah kelas B (CBR 30%) : $a_3 = 0,109$ (tebal 17,5 cm)
- CBR tanah dasar : 9,1 %
- So : 0,45
- R : 95 %
- $M_r = 1500 \times \text{CBR}$
 $= 1500 \times 9,1$
 $= 13650$

Berdasarkan data-data diatas diperoleh nilai SN sebesar 3,5

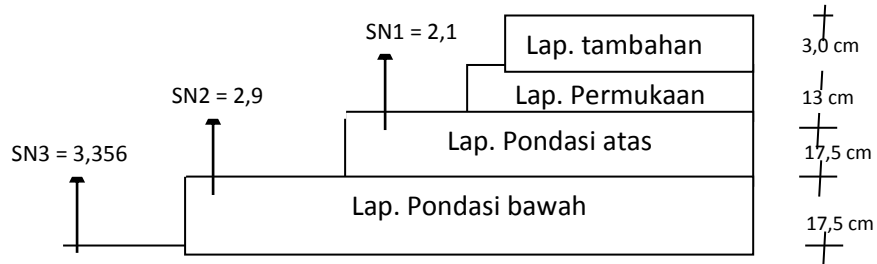
Perhitungan tebal lapis perkerasan tambahan (overlay) adalah :

- 60 % . 13 . 0,455 = 3,471 cm
- 100 % . 17,5 . 0,13 = 2,275 cm
- 100 % . 17,5 . 0,109 = 1,9075 cm +
- $\Sigma \text{SN} = 7,6535 \text{ cm atau } 3,013 \text{ inch}$

$$\text{SN} - \Sigma \text{SN} = 0,455 \cdot D_1$$

$$D_1 = 1,0944 \text{ inch atau } 2,779 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

Susunan perkerasan adalah sebagai berikut



Gambar 5. : Tebal tambahan lapis perkerasan dengan Metode AASHTO 1986

4.4. Perbedaan Metode Bina Marga 1987 dengan Metode AASHTO 1986

Perbedaan hasil perhitungan perencanaan tebal lapis perkerasan dengan metode Bina Marga 1987 dan metode AASHTO 1986 adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Hasil Perhitungan Tebal lapis Perkerasan

Lapis Perkerasan	Metode		Hasil lapangan (cm)	Lapis Tambahan (overlay)		Hasil lapangan (cm)
	Bina Marga 1987	AASHTO 1986		Bina Marga 1987	AASHTO 1986	
	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)	
Lapis Tambahan (<i>overlay</i>)				6,5	3,0	6,5
Lapis Permukaan	15,0	13,0	15,0	15,0	13,0	15,0
Lapis Pondasi Atas	20,0	17,5	20,0	20,0	17,5	20,0
Lapis Pondasi Bawah	20,0	17,5	20,0	15,0	13,0	17,5

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 12. Hasil Perhitungan Lapis Perkerasan Marshal Test

Lapis Perkerasan	Metode		Hasil lapangan (cm)
	Bina Marga 1987	AASHTO 1986	
	(cm)	(cm)	
Lapis Permukaan	13,0	8,5	13,0
Lapis Pondasi Atas	20,0	17,5	17,5
Lapis Pondasi Bawah	20,0	13,0	13,0

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan tebal lapis permukaan dengan metode Bina Marga diperoleh sebesar 15 cm dan metode AASHTO 1986 sebesar 13 cm. Sehingga metode Bina Marga lebih besar dibandingkan metode AASHTO 1986. Hal ini disebabkan karena letak dan kondisi tiap negara berbeda-beda sehingga bahan perkerasan dan iklim pada negara tersebut berbeda.

V. Hasil Pembahasan

Perbedaan penggunaan metode AASHTO dan Bina Marga pada perencanaan tebal lapis perkerasan adalah seperti pada tabel berikut :

Tabel 13. Perbedaan Metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1986

Faktor – faktor Perencanaan tebal Lapis Perkerasan	Metode Bina Marga 1987	Metode AASHTO 1986
Lalulintas (LHR)	- Dikorelasikan terhadap beban standar 8160 kg (18-Kip/ 80 KN) dengan angka ekivalen (tergantung dari beban gandar dan jenis gandar)	- Di korelasikan dengan beban gandar sebesar 18 Kip (8160 kg/ 80 KN) dengan angka ekivalen kumulatif 18-K ESAL
Bahan Perkerasan	- Terdiri dari lapis permukaan beraspal dan <i>unbound layer</i> - Dihitung berdasarkan koefisien kekuatan relatif (a) - Bahan aspal dikorelasi dengan Marshal Test - Bahan selain aspal distabilisasikan dgn test CBR	- Terdiri dari lapis permukaan beraspal dan <i>unbound layer</i> - Dihitung berdasarkan koefisien kekuatan relatif (a) - Bahan aspal dikorelasi dengan Marshal Test - Bahan selain aspal distabilisasikan dgn test CBR
Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	- Dinyatakan dengan DDT. - Nilai DDT dikorelasikan dengan nilai CBR	- Dinyatakan dengan Modulus Resilien (Mr) - $Mr = 1500 \times CBR$ tanah dasar
Faktor Regional (FR)	- Bentuk alinemen (kelandaian dan tikungan) - Prosentase kendaraan berat - Iklim - Disesuaikan dgn keadaan negara setempat - Semakin tinggi FR maka kondisi tempat semakin buruk	- Topografi - Kesamaan dgn lokasi jalan - Kondisi lingkungan - Faktor drainase - Pengaruh pengembangan tanah (swelling) terhadap DDT, dipengaruhi nilai indek plastisitas tanah dasar - Perbedaan musim - temperatur

Tabel 14. Perbedaan pada Perhitungan Lapis Perkerasan dengan metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1986

No	Uraian	Bina Marga 1987	AASHTO 1986
1	Parameter DDT	Dikonversi terhadap nilai CBR	Dinyatakan dengan MR (modulus resilien)
2.	Kondisi lingkungan	Dinyatakan dengan FR	Faktor pengembangan tanah (swellig) $\Delta PSI_{sw} = 0,00335 \cdot V_r \cdot P_s \cdot (1 - e^{-\Delta t})$
3.	Lintas Ekivalen selama umur rencana	Ditentukan dengan : LEP, LEA, LET dan LER	Persamaan : $W_{18t} = DD \cdot DL \cdot W_{18}$
4	Parameter lain	-	-Reliabilitas -Simpangan baku -Faktor distribusi jalur -kualitas drainase
5	Nilai Indek Perkerasn (ITP)	Tebal $ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 + \dots + a_nD_n$	$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 + \dots + a_nD_n$

Kesimpulan

1. Perbedaan hasil dalam perhitungan tidaklah menentukan salah satu metode lebih baik dari metode lainnya. Hal ini karena kondisi lingkungan/lapangan dan bahan yang tersedia antara Indonesia dan Amerika Serikat sangat berbeda.
2. Dari hasil perhitungan diketahui nilai tebal lapis permukaan (*surface course*) dengan metode Bina Marga lebih besar dari metode AASHTO, yaitu sebesar 15 cm dan untuk metode AASHTO 1986 sebesar 13 cm.
3. Pekerjaan lapisan tambahan (*overlay*) pada umur rencana dilakukan pada tahun ke 15 dengan tebal lapis tambahan dengan metode Bina Marga sebesar 6,5 cm dan dengan metode AASHTO 1986 sebesar 3 cm.
4. Secara praktis di lapangan hasil perhitungan kedua metode tersebut dapat dikatakan relatif sama hanya terpaut 2 cm saja.
5. Angka pertumbuhan lalu lintas merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam perhitungan tebal perkerasan. Pada penelitian ini angka pertumbuhan lalu lintas meningkat 28,65% untuk 20 tahun y.a.d..

Saran

Dari beberapa hasil kesimpulan di atas, maka saran-saran

1. Untuk menghindari kesalahan dalam merancang, faktor non teknis perancang harus diperhatikan, agar ketepatan membaca skala nomogram dapat diterima kebenarannya.
2. Penyesuaian faktor regional selanjutnya lebih diperhatikan lagi dan perlu meningkatkan kerja sama dengan instansi terkait.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1987, *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisis Komponen*. SKBI – 2.3.26.1987, UDC : 625.73 (02). No. 378/kpts/1987, DPU, Jakarta
- Anonim, 1986, *AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Struktur*, Washington, D.C.
- Waldijono, 1992, *Kajian lalu lintas Kota melalui Pendekatan Sistem*, HMTS UII, Yogyakarta.
- Sukirman, Silvia, Nova, 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung.
- Anonim, 1990, *SNI, Bidang Pekerjaan Umum : Perkerasan Jalan*, DPU, c.q. Ditjen Bina Marga, Jakarta.
- Witcak, M.W. and E.J. Yoder, 1975, *Principles of Pavement Design*, A Wiley Interscience Publication, New York, London, Sydney, Toront, John Wiley and SONS.INC.
- Sri Nuryati, Agus Tarwiji, 1995, *Analisis Tebal Lapis Keras Jalan Lingkar Utara Yogyakarta Untuk Melayani Lalu lintas Dalam Waktu 20 Tahun Mendatang Dengan Metode Bina Marga 1987 dan AASHTO 1986* , Tugas Akhir Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.