

ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN BARU DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DIBANDINGKAN METODE AASHTO 1993

Cynthia Claudia Mantiri

Theo K. Sendow, Mecky R.E Manoppo

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

E-mail: cynthiamantiri@gmail.com

ABSTRAK

Metode perhitungan merupakan salah satu faktor dalam mendesain tebal perkerasan lentur jalan baru. Ada beberapa metode mendesain tebal perkerasan lentur jalan baru, namun untuk penelitian ini digunakan dua metode mendesain tebal perkerasan lentur yaitu metode yang disediakan oleh America Association of State Highway Traffic Officials (AASHTO) dan metode untuk Indonesia sendiri ditetapkan oleh Kementrian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jendral Bina Marga.

Kedua metode tersebut memiliki parameter – parameter data yang sama yaitu beban lalu lintas, CBR tanah dasar, R , ZR , S_0 , IP_0 , IP_v , ΔPsi , koefisien drainase, material lapis perkerasan, akan tetapi kedua metode ini memiliki perbedaan dalam teknis perhitungan tebal perkerasan lentur jalan baru.

Penelitian ini dilakukan variasi nilai CBR tanah dasar (kekuatan tanah) dari 6% sampai 40% dan nilai beban sumbu kendaraan (ESAL) dari 1.000.000 ESAL sampai 25.000.000 ESAL sehingga akan diperoleh 200 macam variasi nilai untuk mengukur sensitivitas terhadap tebal perkerasan lentur melalui kedua metode tersebut.

Hasil yang didapat berupa perbedaan tebal perkerasan dimana AASHTO 1993 mendapatkan nilai tebal perkerasan yang lebih besar untuk lapis pondasi atas (Granular Treated Base) yaitu dengan variasi CBR dan beban sumbu kendaraan didapat 44 cm ~ 62.5 cm sedangkan Bina Marga 2017 didapat sebesar 44 cm ~ 50.5 cm. Sedangkan untuk lapis pondasi atas (Cement Treated Base) didapatkan hasil yang bervariasi untuk AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 dimana tebal perkerasan berkisar 45.5 cm ~ 51.5 cm untuk variasi CBR AASHTO 1993 dan untuk Bina Marga 2017 didapatkan hasil tebal perkerasan yang sama untuk semua variasi CBR yaitu 47.5 cm.

Kata Kunci: AASHTO, Bina Marga, Perkerasan Lentur, Jalan Baru

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan berfungsi sebagai salah satu infrastruktur transportasi darat yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia sehari-hari. Jalan digunakan untuk menunjang aktivitas dan digunakan untuk menghubungkan suatu lokasi dengan lokasi lain yang biasanya di lewati. Perpindahan orang dan barang juga sangat bergantung pada jalan oleh karena itu infrastruktur ini harus dibuat menurut kebutuhannya. Hal ini membuat jalan menjadi salah satu bagian pertumbuhan perekonomian suatu daerah, karena pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah dan mobilitas penduduk yang semakin meningkat maka harus ada infrastruktur jalan yang baik.

Pesatnya pertumbuhan suatu daerah menyebabkan jumlah kendaraan semakin meningkat. Menurut data dari Badan Pusat

Statistik (BPS) terjadi peningkatan jumlah kendaraan 5% pertahunnya. Hal ini tidak didukung dengan jumlah kapasitas jalan yang sudah ada maka dari itu perlu adanya pembuatan jalan baru untuk menunjang salah satu masalah tersebut.

Umumnya konstruksi perkerasan jalan terbagi atas dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Sebagian besar pembuatan jalan di Indonesia menggunakan perkerasan lentur, dalam merencanakan tebal perkerasan lentur terdapat beberapa metode yang ada. Penelitian ini menggunakan metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 untuk perkerasan lentur jalan baru agar mengetahui sensitivitas dan perbandingan tebal perkerasan lentur dari kedua metode tersebut. Metode manual desain perkerasan jalan (MPD) adalah berisi ketentuan teknis untuk pelaksanaan perkerasan, desain pekerjaan jalan yang di tetapkan oleh Dirjen Bina

Marga. Sementara itu, metode AASTHO adalah metode yang berasal dari Amerika Serikat yang sudah di pakai secara umum di seluruh dunia, serta di adopsi sebagai standar perencanaan di berbagai Negara.

Parameter dari kedua metode ini sama, metode Bina Marga dimodifikasi dari metode AASTHO namun nilai dari kedua metode tersebut berbeda dan perhitungan untuk memperoleh tebal perkerasan lentur berbeda. Dalam menghitung desain tebal perkerasan lentur ditentukan umur rencana dan data beban lalu lintas, selain itu nilai daya dukung tanah dasar (subgrade) juga mempunyai pengaruh penting terhadap ketebalan perkerasan jalan, maka dari itu perlu adanya variasi nilai CBR tanah dasar (kekuatan tanah) dari 6% sampai 40% dan nilai beban sumbu kendaraan (ESAL) dari 1.000.000 ESAL sampai 25.000.000 ESAL sehingga akan diperoleh 200 macam variasi nilai untuk mengukur sensitivitas terhadap tebal perkerasan lentur menggunakan kedua metode tersebut, sehingga dapat mengetahui perbandingan dari masing-masing metode.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka ditemui masalah yang ada yaitu “Bagaimana sensitivitas dari tebal perkerasan lentur dengan membandingkan Metode Bina Marga 2017 dan AASTHO 1993”.

Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada desain tebal perkerasan lentur jalan baru
2. Data yang ditinjau dalam penelitian ini hanya berdasarkan 2 metode yaitu, Metode Bina Marga 2017 dan AASTHO 1993.
3. Dalam penelitian ini tidak dilakukan survey langsung terhadap volume lalu lintas melainkan data lapangan diperoleh dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah XIV Manado (BPJN Wilayah 15).
4. Dalam penelitian ini tidak memperhatikan unsur desain geometrik jalan.

Tujuan Penelitian

1. Membandingkan tebal perkerasan lentur menggunakan metode AASTHO 1993 dan Bina Marga 2017.
2. Menganalisa sensitivitas tebal perkerasan lentur jalan baru menggunakan nilai beban lalu lintas dan nilai CBR (*subgrade*).

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini bisa digunakan sebagai acuan untuk mendesain tebal perkerasan lentur jalan baru dan sebagai referensi perbandingan metode AASTHO 1993 dan Bina Marga 2017.

LANDASAN TEORI

Analisis Metode Bina Marga 2017

Metode Bina Marga 2017 parameter-parameter dan rumusan untuk menentukan tebal perkerasan lentur sebagai berikut:

Umur Rencana

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan. <i>Cemen Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: Bina Marga (2017, p. 2-1)

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (Cumulative Growth Factor):

$$R = \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01i}$$

Dimana ;

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan

UR = umur rencana (tahun)

Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut: Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga.

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Dimana:

ESATH-1 : kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (equivalent standard axle) pada tahun pertama.

LHRJK : lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).

VDF_{JK} : Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga.

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur.

CESAL: Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana.

R :Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

Analisis Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 pada dasarnya adalah metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris. Dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasannya, metode ini membutuhkan parameter-parameter dan rumusan sebagai berikut:

Lalu Lintas

Prosedur AASHTO adalah membuat konversi semua jenis kendaraan terhadap beban sumbu standart atau ESAL (Equivalent Single Axle Load) yang pada umumnya digunakan beban standart sumbu tunggal 18-kip. Untuk kebutuhan ini, diperlukan nilai Faktor Ekuivalen Beban Sumbu (Axle Load Equivalency Factors) yang telah disediakan oleh AASHTO, yang terdiri dari Axle Load, pt (2,0 – 3,0), dan SN.

Tanah Dasar

Data tanah yang menjadi parameter perhitungan tabel perkerasan lentur adalah *resilient modulus* (M_R). *Resilient modulus* adalah salah satu uji kekakuan material tanah dasar. Apabila tidak memiliki alat uji resilient modulus (triaxial), terdapat formula pendekatan nilai resilient modulus yang menunjukkan hubungan CBR dengan MR, yaitu:

$$M_R = 1500 \times CBR. (psi)$$

Rumus diatas tidak berlaku bagi agregat halus yang memiliki CBR kurang dari 10, oleh karena itu AASTHO Guide mengusulkan rumusan sebagai berikut:

$$MR = 2555 \times CBR^{0,64}. (psi)$$

Reliability

Tabel 2. Saran Untuk Nilai Reliability Menurut Fungsi dan Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Nasional & Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri primer (nasional&propinsi)	80 – 99	75 – 95
Kolektor (nasional&propinsi)	80 – 95	75 – 95
Lokal (kabupaten/kota)	50 – 80	50 – 80

Sumber: AASHTO (1993, p.II-9)

Deviasi standar (S₀) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat. Rentang nilai S₀ adalah 0,40 ~ 0,50.

Tabel 3. Nilai Standart Deviasi Normal Terkait dengan Tingkat Reliability, R

Reliabilitas, R (%)	Standar Normal Deviate, Z _R
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
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, p. I-62)

Serviceability

Untuk nilai pelayanan awal yang biasanya disebut sebagai po, dimana nilai IP0 = 4,2 – 5 untuk perkerasan lentur dan nilai pelayanan akhir yang biasanya disebut pt , dimana nilai IPt = 2,5 atau 3,0 untuk jalan raya utama, pt = 2,0 untuk jalan raya yang kelasnya dibawah jalan raya utama (lalu lintas rendah-sedang).

Structural Number (SN)

Persamaan untuk SN adalah sebagai berikut:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dimana :

- SN = nilai structural number
- a1, a2, a3 = koefisien lapisan dari surface, base, dan sub-base
- D1, D2, D3 = tebal lapisan perkerasan dari surface, base, dan sub-base
- m2, m3 = koefisien drainase untuk lapisan base, dan sub-base

Tabel 4. Rekomendasi Nilai mi untuk Memodifikasi Nilai Koefisien Lapis Material pada base Tanpa Perkuatan dan sub-base

Quality of Drainage	Percent of Time Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approching Saturation			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Sangat bagus	1,4 – 1,35	1,35 – 1,3	1,30 – 1,20	1,2
Bagus	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
Sangat Jelek	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Sumber: AASHTO (1993, p. II-25)

Penentuan Tebal Lapis Perkerasan Lentur

Persamaan AASHTO 1993 :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dimana:

- W18 = perkiraan jumlah beban sumbu 18- kip ESAL
- ZR = standart normal deviate
- So = nilai standart kesalahan atas perkiraan lalu lintas dan faktor lingkungan
- SN = structural number
- PSI = penurunan nilai kinerja pelayanan sebagai akibat beban lalu lintas dan faktor lingkungan
- MR = resilient modulus tanah dasar (psi)

Tabel 5. Tebal Lapis Perkerasan Minimum (inch)

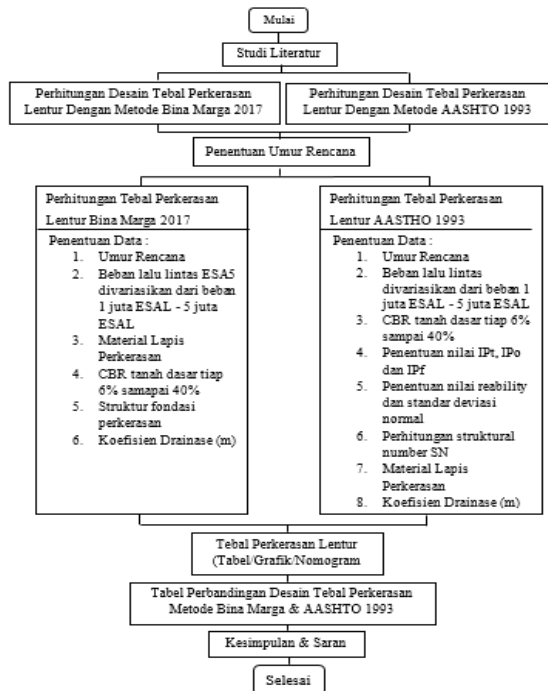
Lalu lintas, ESAL	Lapis beraspal (a ₁)	Pondasi Agregat (a ₂)
Kurang dari 50.000	1	4
50.001 – 150.000	2	4
150.001 – 500.000	2,5	4
500.001 – 2.000.000	3	6
2.000.001 – 7.000.000	3,5	6
Lebih dari 7.000.000	4	6

Sumber : AASHTO (1993, p.II-35)

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir

Pada penelitian ini akan dilaksanakan seperti pada bagan alir berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Studi Literatur

Sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian ini, maka diperlukan studi literatur terhadap “manual book” Bina Marga 2017 dan AASTHO 1993 serta beberapa referensi-referensi lain berupa jurnal maupun buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini.

Pengumpulan Data

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

1. Umur rencana
2. Beban lalu lintas ESA5 (perkersan lentur)
3. CBR tanah dasar (*subgrade*)
4. Struktur fondasi perkerasan
5. Koefisien drainase (m)
6. Beban lalu lintas (ESAL)
7. Penentuan nilai IPt, IPo dan IPf
8. Penentuan nilai reability dan standar deviasi normal
9. Perhitungan struktural number SN
10. Material Lapis Perkerasan
11. Koefisien Drainase (m)

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah bersifat asumsi. Dimana peneliti menggunakan variasi data nilai CBR tanah dasar yaitu 6%, 10%, 15%, 20%, 25 %, 30%, 35% dan 40% serta variasi beban sumbu standart yaitu dari 1 juta ESAL sampai 25 juta ESAL sehingga akan diperoleh 200 macam variasi nilai. Variasi kedua data tersebut untuk mendapatkan perbandingan ketebalan desain perkerasan lentur jalan baru pada kondisi tanah dasar kurang baik hingga kondisi baik serta pada kondisi beban lalu lintas kategori rendah hingga kategori tinggi. Untuk data yang lain disesuaikan dengan keperluan penelitian.

HASIL DAN ANALISIS

Presentasi Data

Data yang diambil dari penelitian ini dimana akan dilakukan perhitungan desain tebal perkerasan lentur jalan baru pada sebuah jalan arteri luar kota 2 lajur 2 arah adalah sebagai berikut :

- Umur rencana : 20 tahun
- Faktor penyebaran arah kendaraan: 50 %
- Faktor penyebaran lajur (2 lajur 2 arah) : 100%

Beban Sumbu Kendaraan

Tabel 6. Perhitungan Nilai ESAL Berdasarkan Jenis Kendaraan

No	Kendaraan	Volume	Konfigurasi	Berat beban/sumbu (ton)	
				sb-1	sb-2
1	Mobil pribadi 2t	4987	1.1	1+1	0
2	Bus besar 8t	3097	1.2	3+5	0
3	Truk 2 as 10t	1022	1.2	4+6	0
4	Truk 3 as 24t	866	1.22	6	18
5	Truk gandeng 40t	789	1.22+2.2	6+8+8	18
6	Truk semi trailer 50t	538	1.22+2.2	6	22+22

Untuk nilai SN yang dipakai yaitu SN = 5, 1 ton = 2,2036 kips.

Tabel 7. Perhitungan Nilai ESAL Berdasarkan Jenis Kendaraan dengan asumsi SN=5

No	Kendaraan	Faktor Ekuivalen		Volume	Faktor ekuivalen per kendaraan	ESAL
		sb-1	sb-2			
1	Mobil pribadi 2t	0.0008		4987	0.0008	3.82244
2	Bus besar 8t	0.1567		3097	0.1567	485.419
3	Truk 2 as 10t	0.3494		1022	0.3494	357.123
4	Truk 3 as 24t	0.2934	2.0163	866	2.3098	2000.25
5	Truk gandeng 40t	2.1535	2.0163	789	4.1698	3289.99
6	Truk semi trailer 50t	0.2934	8.6706	538	8.9641	4822.68
Total ESAL perhari pada kedua arah						10959.3

W₁₈ perhari pada lajur rencana = DD x DL x Total ESAL

$$= 0,5 \times 1 \times 10959.3 = 5479.642 \text{ ESAL}$$

W₁₈ pertahun = 365 x 5479.642 = 2000069.39 ESAL

W₁₈ = W₁₈ pertahun x faktor pertumbuhan = 2000069.39 x 5 = 10000347 ~ 10.000.000 ESAL

Perhitungan Desain Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO 1993

Untuk perhitungan ini digunakan parameter-parameter sebagai berikut:

1. Beban Lalu Lintas
Beban lalu lintas berupa nilai akumulasi beban sumbu kendaraan (W₁₈). Dalam penelitian ini nilai yang diambil dari 1.000.000 ESAL hingga 25.00.000 ESAL dengan kenaikan setiap 1.000.000 ESAL. Nilai-nilai tersebut dipakai untuk mewakili beban lalu lintas yang tergolong terkecil sampai terbesar.
2. Nilai CBR tanah dasar
Penentuan nilai CBR tanah dasar (subgrade) diwakilkan dengan nilai CBR yang terkecil 6% sampai dengan yang terbesar 40%.
3. Deviasi normal standar (Z_R) adalah -1,645
4. Deviasi standar keseluruhan (S₀) adalah 0,45
5. Nilai ΔPSI adalah 1,7
6. Koefisien drainase (m) adalah 1,20
7. Koefisien kekuatan relative bahan (a)
 - E_{AC} = 400.000 psi;
 - a₁ = 0,42 (Laston)
 - E_{BS} = 30.000 psi; (*granular*)

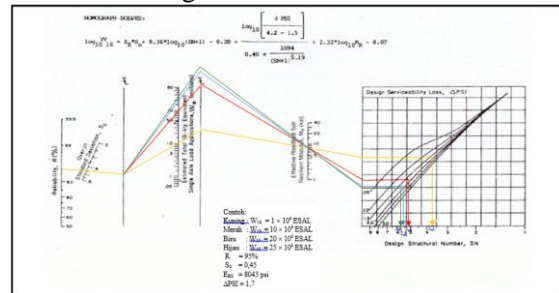
- a₂ = 0,14
- E_c = 800.000 psi; (CTB)
- a₂ = 0,22
- E_{SB} = 18.000 psi;
- a₃ = 0,13

Tabel 8. Klasifikasi Nilai CBR Tanah Dasar Beserta Nilai M_R

No	Kekuatan Tanah Dasar / CBR (%)	Modulus Resilien (M _R = 2555 x CBR ^{0,64}) (psi)
1	6	8043 ≈ 8100
2	10	11152.98 ≈ 12000
No	Kekuatan Tanah Dasar / CBR (%)	Modulus Resilien (M _R = 1500 x CBR) (psi)
3	15	22.500
4	20	30.000
5	25	37.500
6	30	45.000
7	35	52.500

8. Perhitungan Nilai SN (*Structural Number*)
Perhitungan SN bisa dilakukan dengan 2 cara, yang pertama dengan menggunakan nomogram dan yang kedua dengan cara coba – coba (trial and error).

- Cara nomogram



Gambar 2. Perhitungan Nilai Structural Number (SN) Menggunakan Nomogram

- Cara Coba-coba (*Trial and Error*)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right)$$

$$-0,20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right]}{0,40 + \frac{SN}{(2,54+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(M_R) - 8,07$$

$$\log_{10}(W_{18}) = \log_{10}(10 \times 10^6) = 7,000$$

Nilai coba-coba (trial and error) dimasukkan pada ruas kanan persamaan, apabila hasil ruas kanan sudah mendekati (dengan selisih ≤ 0,01%) atau sama dengan ruas kiri maka perhitungan nilai SN dihentikan, dan nilai SN itulah yang digunakan. Lakukan perhitungan yang sama untuk lapisan seterusnya.

	log ₁₀ (W ₁₈)	SN ₁	Hasil
1	7,000	7	6.625
2	7,000	8	6.975
3	7,000	8.07680	7.000

Hasil perhitungan SN kedua cara tersebut cukup berbeda, untuk nilai SN yang diperoleh dengan cara nomogram dapat dilihat pada Gambar 2 dengan beban sumbu kendaraan 1.000.000 ESAL senilai 3.7 inch disalin dalam satuan centimeter menjadi 9.398 cm, 10.000.000 senilai 5.1 inch disalin dalam satuan centimeter menjadi 12.954 cm, 20.000.000 ESAL senilai 5.6 inch disalin dalam satuan centimeter menjadi 14.224 cm, dan 25.000.000 ESAL senilai 5.8 inch disalin dalam satuan centimeter menjadi 14.732, sedangkan nilai SN untuk cara coba-coba (trial and error) yang didapat dengan beban sumbu kendaraan 1.000.000 ESAL senilai 9.138 cm, 10.000.000 senilai 12.986 cm, 20.000.000 ESAL senilai 14.293 cm, 25.000.000 ESAL 14.730 cm. Perolehan nilai menggunakan cara coba-coba memiliki hasil yang lebih akurat dibandingkan cara nomogram, karena nomogram hanya bisa diperoleh satu angka decimal.

Bila menggunakan cara coba-coba, bisa diperoleh angka desimal sesuai yang diinginkan.

9. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Untuk mendapatkan nilai SN dilakukan dengan cara coba-coba. Dari cara coba-coba didapatkan nilai SN1 = 12.986 setelah nilai SN didapatkan, maka dihitung tebal perkerasan lentur dengan contoh data yang ada yaitu, CBR = 6% dan beban lalu lintas (W18) = 10.000.000 ESAL.

- Lapis permukaan

$$\begin{aligned} D1 &= SN1/a1 \\ &= 12.986 / 0,42 \\ &= 30.918 \text{ cm} \end{aligned}$$

D1* = 31 cm (Tebal nilai D1 setelah dibulatkan)

Nilai D1 yang di hitung memenuhi syarat minimum tebal lapis perkerasan lentur, kemudian kontrol nilai SN dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Kontrol :} \\ SN1^* &= a1 \times D1^* \geq SN1 \\ &= 0,42 \times 31 \geq 12.986 \\ &= 13.02 \geq 12.986 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

- Lapis Pondasi Atas

Cara coba-coba selanjutnya di dapat SN2 = 9.799

$$\begin{aligned} D2 &= SN2 - SN1^* / a2m2 \\ &= 9.799 - 13.02 / 0.14 \times 1.2 \end{aligned}$$

$$= -19.170 \text{ cm}$$

D2* = 16 cm (Tebal nilai D2 setelah dibulatkan)

Nilai D2 yang di hitung tidak memenuhi syarat minimum tebal lapis perkerasan lentur, Maka digunakan tebal minimum yang sesuai dengan syarat yaitu :

$$\begin{aligned} D2^* &= 16 \text{ cm} \\ SN2^* &= a2 \times D2^* \times m2 \\ &= 0.14 \times 16 \times 1.2 \\ &= 2.688 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} SN1^* + SN2^* &\geq SN2 \\ 13.02 + 2.688 &\geq 9.799 \\ 15.708 &\geq 9.799 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

- Lapis Pondasi Bawah

Cara coba-coba selanjutnya di dapat SN3 = 8.0768

$$\begin{aligned} D3 &= \{SN3 - (SN1^* + SN2^*)\} / a3m3 \\ D3 &= \{8.0768 - (13.02 + 2.688)\} / 0.13 \\ &\quad \times 1.2 \end{aligned}$$

$$D3 = \{8.0768 - 15.708\} / 0.156$$

$$D3 = -48.918 \text{ cm}$$

D3* = 16 cm (Tebal nilai D3 setelah dibulatkan)

Nilai D3 yang di hitung tidak memenuhi syarat minimum tebal lapis perkerasan lentur.

$$\begin{aligned} SN3^* &= a3 \times D3^* \times m3 \\ SN3^* &= 0.13 \times 16 \times 1.2 \\ SN3^* &= 2.496 \end{aligned}$$

Kontrol :

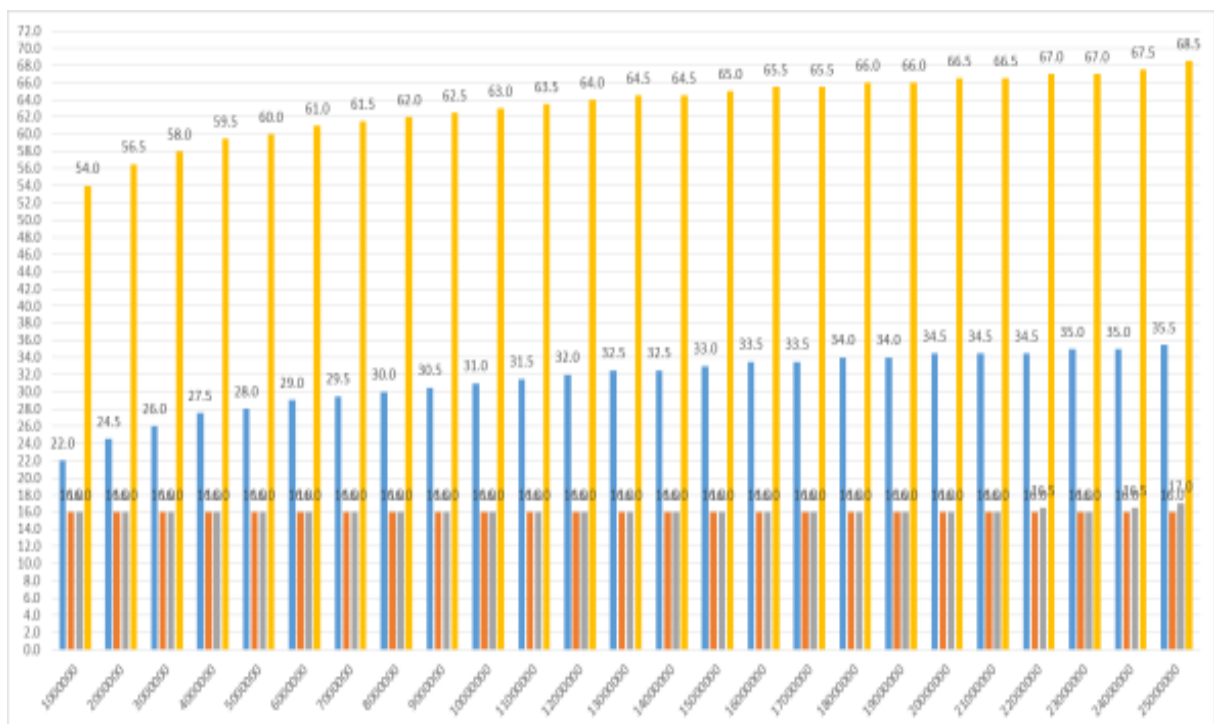
$$\begin{aligned} SN1^* + SN2^* + SN3^* &\geq SN3 \\ 13.02 + 2.688 + 2.496 &\geq 8.0768 \\ 18.177 &\geq 8.0768 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang didapat tebal total (D1*+D2*+D3*) = 31 cm + 16 cm + 16 cm = 63 cm

Untuk mendapatkan hasil tebal perkerasan lentur jalan baru dari lapis permukaan (surface), lapis pondasi atas (base) dan lapis pondasi bawah (subbase) dilakukan perhitungan lapis tebal perkerasan secara berulang-ulang dengan mengganti data W18 1.000.000 ESAL hingga 25.000.000 ESAL dengan kenaikan 1.000.000 ESAL dan nilai CBR tanah dasar 6% - 40% sehingga didapatkan 400 variasi tebal perkerasan lentur yang dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 9. Perhitungan Tebal Perkerasan tipe Granular Roadbase – *Structural Surface*, untuk CBR 6 %

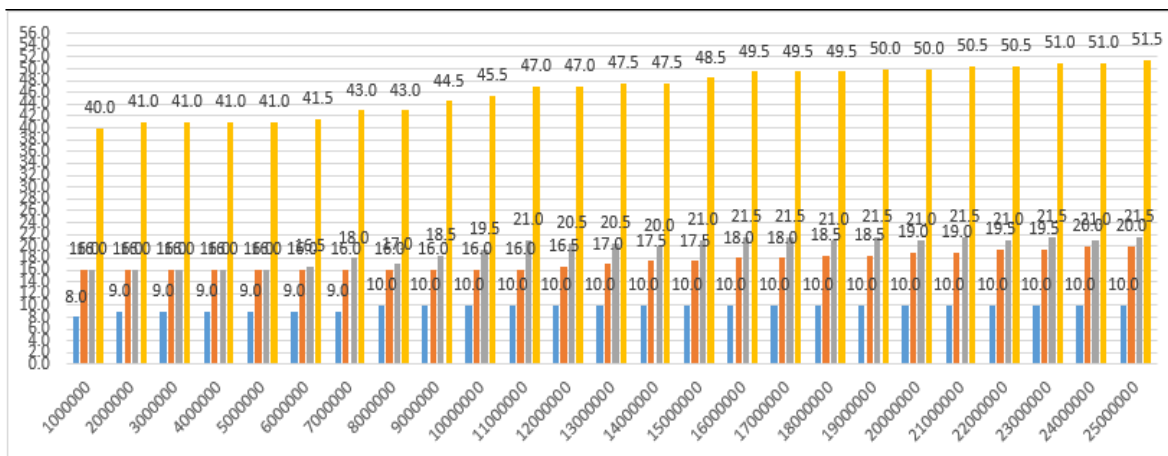
<i>Granular Roadbase - Structural Surface</i>													
CBR Subgrade (%)	W _{1s} (ESAL)	SN ₁	D ₁ (cm)	D ₁ * (cm)	SN ₁ *	SN ₂	D ₂ (cm)	D ₂ * (cm)	SN ₂ *	SN ₃	D ₃ (cm)	D ₃ * (cm)	SN ₃ *
6	1,000,000	9.138	21.757	22.0	9.240	6.7098	-15.061	16.0	2.688	5.50604	-41.166	16.0	2.496
	2,000,000	10.211	24.312	24.5	10.290	7.5283	-16.439	16.0	2.688	6.18257	-43.560	16.0	2.496
	3,000,000	10.88	25.893	26.0	10.920	8.052	-17.074	16.0	2.688	6.61398	-44.833	16.0	2.496
	4,000,000	11.361	27.050	27.5	11.550	8.443	-18.492	16.0	2.688	6.93781	-46.796	16.0	2.496
	5,000,000	11.746	27.967	28.0	11.760	8.75876	-17.865	16.0	2.688	7.19976	-46.463	16.0	2.496
	6,000,000	12.066	28.728	29.0	12.180	9.0238	-18.787	16.0	2.688	7.42102	-47.737	16.0	2.496
	7,000,000	12.339	29.380	29.5	12.390	9.2528	-18.674	16.0	2.688	7.61330	-47.851	16.0	2.496
	8,000,000	12.58	29.951	30.0	12.600	9.455	-18.722	16.0	2.688	7.78376	-48.104	16.0	2.496
	9,000,000	12.793	30.459	30.5	12.810	9.636	-18.895	16.0	2.688	7.93716	-48.467	16.0	2.496
	10,000,000	12.986	30.918	31.0	13.020	9.799	-19.170	16.0	2.688	8.07680	-48.918	16.0	2.496
	11,000,000	13.161	31.336	31.5	13.230	9.9492	-19.528	16.0	2.688	8.20507	-49.442	16.0	2.496
	12,000,000	13.323	31.721	32.0	13.440	10.0873	-19.956	16.0	2.688	8.32380	-50.027	16.0	2.496
	13,000,000	13.47	32.077	32.5	13.650	10.215	-20.444	16.0	2.688	8.43437	-50.664	16.0	2.496
	14,000,000	13.612	32.408	32.5	13.650	10.335	-19.732	16.0	2.688	8.53792	-50.001	16.0	2.496
	15,000,000	13.742	32.719	33.0	13.860	10.447	-20.315	16.0	2.688	8.63531	-50.722	16.0	2.496
	16,000,000	13.865	33.011	33.5	14.070	10.5526	-20.937	16.0	2.688	8.72727	-51.479	16.0	2.496
	17,000,000	13.980	33.286	33.5	14.070	10.6522	-20.344	16.0	2.688	8.81441	-50.920	16.0	2.496
	18,000,000	14.09	33.548	34.0	14.280	10.747	-21.031	16.0	2.688	8.89723	-51.736	16.0	2.496
	19,000,000	14.194	33.796	34.0	14.280	10.837	-20.497	16.0	2.688	8.97615	-51.230	16.0	2.496
	20,000,000	14.293	34.032	34.5	14.490	10.922	-21.237	16.0	2.688	9.05155	-52.093	16.0	2.496
	21,000,000	14.388	34.258	34.5	14.490	11.0039	-20.750	16.0	2.688	9.12373	-51.630	16.0	2.496
	22,000,000	14.479	34.474	34.5	14.490	11.0822	-20.284	16.0	2.688	9.19297	-51.186	16.5	2.574
	23,000,000	14.57	34.681	35.0	14.700	11.157	-21.087	16.0	2.688	9.25951	-52.106	16.0	2.496
	24,000,000	14.650	34.880	35.0	14.700	11.230	-20.658	16.0	2.688	9.32357	-51.695	16.5	2.574
	25,000,000	14.730	35.071	35.5	14.910	11.299	-21.494	16.0	2.688	9.38532	-52.645	17.0	2.652



Gambar 3. Grafik Tebal D1, D2, D3 dan Dtotal Perkerasan tipe Granular Roadbase – *Structural Surface*, untuk CBR 6 %

Tabel 10. Perhitungan Tebal Perkerasan tipe Cement Treated Base–*Structural Surface*, untuk CBR 6%

<i>Cement Treated Base – Structural Surface</i>													
CBR Subgrade (%)	W ₁₈ (ESAL)	SN ₁	D ₁ (cm)	D ₁ * (cm)	SN ₁ *	SN ₂	D ₂ (cm)	D ₂ * (cm)	SN ₂ *	SN ₃	D ₃ (cm)	D ₃ * (cm)	SN ₃ *
6	1,000,000	0.971	2.312	8.0	3.360	6.7098	9.305	16.0	5.760	9.138	0.114	16.0	2.496
	2,000,000	1.241	2.956	9.0	3.780	7.5283	10.412	16.0	5.760	10.211	4.300	16.0	2.496
	3,000,000	1.409	3.355	9.0	3.780	8.052	11.866	16.0	5.760	10.88	8.558	16.0	2.496
	4,000,000	1.533	3.649	9.0	3.780	8.443	12.954	16.0	5.760	11.361	11.673	16.0	2.496
	5,000,000	1.631	3.884	9.0	3.780	8.75876	13.830	16.0	5.760	11.746	14.141	16.0	2.496
	6,000,000	1.714	4.080	9.0	3.780	9.0238	14.566	16.0	5.760	12.066	16.190	16.5	2.574
	7,000,000	1.784	4.249	9.0	3.780	9.2528	15.202	16.0	5.760	12.339	17.945	18.0	2.808
	8,000,000	1.847	4.397	10.0	4.200	9.455	14.597	16.0	5.760	12.58	16.790	17.0	2.652
	9,000,000	1.903	4.530	10.0	4.200	9.636	15.099	16.0	5.760	12.793	18.159	18.5	2.886
	10,000,000	1.953	4.650	10.0	4.200	9.799	15.554	16.0	5.760	12.986	19.395	19.5	3.042
	11,000,000	1.999	4.760	10.0	4.200	9.9492	15.970	16.0	5.760	13.161	20.521	21.0	3.276
	12,000,000	2.042	4.862	10.0	4.200	10.0873	16.354	16.5	5.940	13.323	20.402	20.5	3.198
	13,000,000	2.081	4.956	10.0	4.200	10.215	16.710	17.0	6.120	13.47	20.207	20.5	3.198
	14,000,000	2.118	5.044	10.0	4.200	10.335	17.042	17.5	6.300	13.612	19.946	20.0	3.120
	15,000,000	2.153	5.126	10.0	4.200	10.447	17.353	17.5	6.300	13.742	20.782	21.0	3.276
	16,000,000	2.186	5.204	10.0	4.200	10.5526	17.646	18.0	6.480	13.865	20.414	21.5	3.354
	17,000,000	2.217	5.278	10.0	4.200	10.6522	17.923	18.0	6.480	13.980	21.156	21.5	3.354
	18,000,000	2.246	5.347	10.0	4.200	10.747	18.185	18.5	6.660	14.09	20.705	21.0	3.276
	19,000,000	2.274	5.414	10.0	4.200	10.837	18.435	18.5	6.660	14.194	21.373	21.5	3.354
	20,000,000	2.300	5.477	10.0	4.200	10.922	18.673	19.0	6.840	14.293	20.855	21.0	3.276
	21,000,000	2.326	5.538	10.0	4.200	11.0039	18.900	19.0	6.840	14.388	21.463	21.5	3.354
	22,000,000	2.350	5.596	10.0	4.200	11.0822	19.117	19.5	7.020	14.479	20.891	21.0	3.276
	23,000,000	2.374	5.652	10.0	4.200	11.157	19.326	19.5	7.020	14.57	21.448	21.5	3.354
	24,000,000	2.396	5.706	10.0	4.200	11.230	19.526	20.0	7.200	14.650	20.830	21.0	3.276
	25,000,000	2.418	5.757	10.0	4.200	11.299	19.719	20.0	7.200	14.730	21.346	21.5	3.354



Gambar 4. Grafik Tebal D1,D2,D3 dan Dtotal Perkerasan tipe Cement Treated Base – *Structural Surface*, untuk CBR 6%

Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Menggunakan Metode Bina Marga 2017

Dalam penelitian ini, untuk menentukan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga 2017, maka terlebih dahulu lakukan perhitungan kumulatif beban sumbu standar (CESA) dengan data sebagai berikut:

- Sedan, Jeep, Station Wagon 2 ton : 8349 /hari
- Opelet, Mikrolet, Minibus 2 ton : 1548 /hari
- Pick Up/Mobil Kanvas 5 ton : 1350 /hari
- Bus Kecil 8 ton : 27 /hari

- Bus Besar 13 ton : 67 /hari
- Truk 2 Sumbu Ringan 13 ton : 191 /hari
- Truk 2 Sumbu Sedang 14 ton : 318 /hari
- Truk 3 Sumbu 24 ton : 30 /hari

- Klasifikasi jalan = Arteri – Antar Kota
- Umur Rencana (UR) = 20 tahun
- Pertumbuhan Lalulintas (i) = 4,75 %.
- Faktor Distribusi Arah (DD) = 0,5
- Faktor Distribusi Lajur (DL) = 1

Umur Rencana

Dalam penelitian ini desain tebal perkerasan lentur jalan baru akan menggunakan umur rencana 20 tahun. Lokasi jalan dianggap tidak pada jalan yang areanya tidak diijinkan sering ditinggikan, sehingga umur rencana cukup 20 tahun.

Menghitung CESA

$$CESA5 = (\Sigma LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Beban Sumbu Standar Menggunakan VDF₅ (ESA₅)

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR	C	VDF ₅	ESA ₅
Sedan, Jeep, St. Wagon	1.1	8349	0,6	0	0
Opelet, Mikrolet, Minibus	1.1	1548	0,6	0	0
Pick Up/Mobil Kanvas	1.1	1350	0,6	0	0
Bus Kecil	1.2	88	0,9	0,2	15,84
Bus Besar	1.2	141	0,9	1,0	126,9
Truk 2 Sumbu Ringan	1.2	126	0,9	0,8	90,72
Truk 2 Sumbu Sedang	1.2	77	0,9	1,7	117,81
Truk 3 Sumbu	1.22	41	0,9	64,4	2376,36
		11720		ESA ₅	2727,63

$$R = \frac{(1+0.01 \times 0,0475)^{20} - 1}{0.01 \times 0,0475} = 20,090$$

$$CESA5 = (\Sigma LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$= 2727,63 \times 365 \times 0,5 \times 1,0 \times 20,090$$

$$= 10.000.903 \text{ ESAL}$$

Desain Tebal Perkerasan Lentur

Untuk menentukan tebal perkerasan lentur yang beban sumbu kendaraannya antara 1.000.000 ESAL sampai 4.000.000 ESAL digunakan Bagan Desain 3A dengan Desain Perkerasan Lentur HRS. Untuk beban sumbu kendaraan 5.000.000 ESAL sampai 9.000.000 ESAL digunakan Bagan Desain 3B dengan Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir. Sedangkan untuk 10.000.000 ESAL sampai dengan 25.000.000 ESAL digunakan Bagan Desain 3 Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB. Berikut dapat dilihat bagan-bagan desain perkerasan lentur tersebut.

Tabel 12. Bagan Desain - 3A. Desain Perkerasan Lentur dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA ₅)	FF1 < 0,5	0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0
	Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi makadam
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%	150	125

Tabel 13. Bagan Desain - 3B. Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA ₅)	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
	<2	≥2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
	KETEBALAN		LAPIS PERKERASAN (mm)						
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2				3		

Tabel 14. Bagan Desain - 3. Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB

Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA ₅)	F1	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA ₅ lihat bagan desain 3A – 3B	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku			
> 10 – 30	> 30 – 50	> 50 – 100	> 100 – 200	> 200 – 500	
Jenis permukaan berpengikat	AC	AC			
Jenis lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Perbandingan Hasil Perhitungan Desain Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 dengan Metode Bina Marga 2017

Hasil dari perbandingan antara metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 ditemukan sebagai berikut:

- Untuk tebal perkerasan tipe Granular – Roadbase yang diperoleh yaitu tebal perkerasan pada metode AASHTO 1993 cenderung lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017.
- Untuk tebal perkerasan tipe Cement Roadbase diperoleh nilai yang bervariasi dari AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017, dibawah ini merupakan variasi nilai yang diperoleh dari kedua metode tersebut :
 - Pada beban sumbu kendaraan 10.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR *subgrade* sebagai berikut:
 - Untuk CBR *subgrade* 6% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 45.5 cm
 - Untuk CBR *subgrade* 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 42cm
 - Sedangkan untuk CBR *subgrade* 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 sama yaitu 47.5cm

- Pada beban sumbu kendaraan 11.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 47 cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 42cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 48cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 12.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 47 cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 42.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 48.5cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 13.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 sama yaitu 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 43cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 49cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 14.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 sama yaitu 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 43.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 49cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 15.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 48.5cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 43.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 16.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 49.5cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 44cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50.5cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 17.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 49.5cm dan 47.5cm

- Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 44cm
- Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50.5cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 18.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 49.5cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 44.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 51cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 19.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - Untuk CBR subgrade 6% tebal perkerasan lentur AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 44.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 51.5cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 20.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - untuk CBR subgrade 6% dan 10% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50cm dan 47.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 56.5cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 21.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50.5cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 45cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 52cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 22.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 50.5cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 45.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 52.5cm dan 47.5cm
- Pada beban sumbu kendaraan 23.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 54.5cm dan 47.5cm
 - untuk CBR subgrade 10% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 51.5cm dan 47.5cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 52.5cm dan 47.5cm

- Pada beban sumbu kendaraan 24.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 51cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 46cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 53cm dan 47.5cm
 - Pada beban sumbu kendaraan 24.000.000 ESAL memiliki variasi nilai CBR subgrade sebagai berikut :
 - untuk CBR subgrade 6% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 51.5cm dan 47.5cm
 - Untuk CBR subgrade 10% tebal perkerasan lentur Bina Marga 2017 lebih besar dari AASHTO 1993 dengan tebal total 47.5cm dan 46cm
 - Sedangkan untuk CBR subgrade 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% diperoleh nilai tebal perkerasan metode AASHTO 1993 lebih besar dari Bina Marga 2017 dengan tebal total 53cm dan 47.5cm.
- Untuk 10.000.000 ESAL sampai 12.000.000 ESAL dengan nilai CBR 6% diperoleh nilai tebal perkerasan lentur metode Bina Marga 2017 lebih besar dibandingkan metode AASHTO 1993 sedangkan untuk 14.000.000 ESAL sampai 25.000.000 ESAL diperoleh nilai tebal perkerasan lentur metode AASHTO 1993 lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017 dan pada beban sumbu kendaraan 13.000.000 ESAL diperoleh nilai tebal perkerasan lentur yang sama.
 - Untuk 10.000.000 ESAL sampai 25.000.000 ESAL dengan nilai CBR 10% diperoleh nilai tebal perkerasan lentur metode Bina Marga 2017 cenderung lebih besar dibandingkan metode AASHTO 1993.
 - Untuk 10.000.000 ESAL sampai 25.000.000 ESAL dengan nilai CBR 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40% diperoleh nilai tebal perkerasan lentur metode AASHTO 1993 lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017.
2. Dari penelitian ini juga dapat disimpulkan bahwa beban lalu lintas dan nilai CBR tanah dasar memiliki sensitivitas yang mempengaruhi tebal perkerasan lentur, untuk beban lalu lintas dari 1.000.000 ESAL sampai 25.000.000 ESAL memiliki sensitivitas dimana semakin besar beban lalu lintas maka semakin tebal perkerasan, sedangkan untuk nilai CBR tanah dasar 6%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, memiliki sensitivitas yaitu semakin besar CBR tanah dasar maka tebal perkerasan yang diperoleh semakin tipis.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisa yang telah dilakukan, maka untuk komposisi tebal perkerasan lentur tipe *Granular Roadbase* yang diperoleh dari metode AASHTO 1993 tebal perkerasan dengan CBR 6%, 10%, 15%, 20% 25%, memiliki perkerasan yang lebih tebal dan metode Bina Marga 2017 tebal perkerasan dengan CBR 30%, 35%, 40% memiliki perkerasan yang lebih tebal. Sedangkan, pada tebal perkerasan tipe *Cement – Treated Base* untuk metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 menghasilkan nilai tebal perkerasan yang bervariasi dimana:

Saran

1. Sehubungan dengan penelitian yang dilakukan secara studi literatur, maka untuk pengambilan data selanjutnya disarankan untuk menggunakan data yang diambil secara langsung dilapangan seperti data LHR dan CBR subgrade agar data yang didapat adalah data real dilapangan, sehingga dapat digunakan oleh pemerintah atau pihak – pihak yang membutuhkan.
2. Dalam penelitian ini, perhitungan tebal perkerasan lentur jalan baru digunakan metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017, untuk penelitian selanjutnya disarankan membandingkan menggunakan metode – metode lain ditahun yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987, *Petunjuk Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Materi Pekerjaan Umum. (2017). *Manual Perkerasan Jalan (Revisi 2017) Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pangerapan, Monica Linny, Theo K. Sendow, Lintong Elisabeth,. 2018. *Studi Perbandingan Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menurut Metode Pd T-05-2005-B Dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus: Ruas Jala BTS.Kota Manado -Tomohon)*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.10 Oktober 2018 (823-834) ISSN: 2337-6732
- Romauli, Theresia Dwiriani, Joice E. Waani, Theo K. Sendow,. 2016. *Analisis Perhitungan Tebal Lapis Tambahan (Overlay) Pada Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Study Kasus: Ruas Jalan Kairagi - Mapanget)*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.12 Desember 2016 (749-759) ISSN: 2337-6732
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung
- Wowor, Flandieh S.E, Joice E. Waani, Theo K. Sendow,. 2019. *Pengaruh Hubungan Beban Lalu Lintas & CBR Subgarde Terhadap Desain Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Pada Daerah Iklim I & Daerah Iklim II*. urnal Sipil Statik Vol.7 No.1 Januari 2019 (147-160) ISSN: 2337-6732
- Yauri, Ricky, Theo K. Sendow, Freddy Jansen,.2016. *Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.12 Desember 2016 (725-735) ISSN: 2337-6732

Halaman ini sengaja dikosongkan