



Metode AASHTO 1993 serta metode Manual Perkerasan Jalan 2017. Metode AASHTO 1993 yaitu metode yang sudah digunakan secara umum dan diadopsi untuk standar perencanaan diberbagai negara yang berasal dari Amerika Serikat, sedangkan metode Manual Perkerasan Jalan 2017 yaitu metode yang ditetapkan oleh Dirjen Bina Marga yang memuat ketentuan desain, pelaksanaan dan teknis perkerasan jalan dan metode ini merupakan modifikasi peraturan yang berasal dari beberapa negara maju seperti AASHTO 1993 dan AUSTRROAD [3].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jalan dan Perkerasan Jalan

Jalan yaitu prasarana memiliki peranan penting pada arus lalu lintas selama masa pelayanan jalan itu diharapkan menjauhi permasalahan yang berkaitan pada kerusakan jalan [4].

Perkerasan jalan yaitu lapisan agregat dipadatkan baik menggunakan pengikat ataupun tidak menggunakan pengikat diatas lapisan tanah disuatu jalur jalan, hal-hal yang perlu diketahui didalam merencanakan perkerasan lentur yaitu analisa campuran bahan, perencanaan tebal tiap lapis perkerasan serta pengawasan pelaksanaan pekerjaan konstruksi [5]. Fungsi lain dari struktur perkerasan jalan sebagai prasarana transportasi yaitu perlu memiliki stabilisasi yang tinggi, kuat selama masa pelayanan jalan, memiliki ketahanan terhadap cuaca serta pengaruh lingkungan karena untuk menerima beban lalu lintas dilimpahkan pada roda kendaraan, pengguna jalan atau pengendara tidak akan merasa silau jika pada permukaan jalan terkena sinar matahari, oleh karena itu permukaan jalan diharapkan harus merasa aman serta nyaman, oleh sebab itu permukaan perkerasan jalan harus kesat dengan demikian akan mendapatkan gesek baik antara muka jalan dengan ban pada kendaraan [6].

### 2.2 Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur yaitu suatu perkerasan jalan yang terdapat lapisan permukaan (campuran aspal), lapis pondasi (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase*) serta lapis tanah dasar (*Subgrade*) (tanah telah dipadatkan melalui mekanis atau tanpa stabilisasi secara kimiawi) [7]. Lapisan tanah dasar atau *subgrade* yaitu lapisan tanah dasar digunakan perletakan pada bagian – bagian perkerasan yang lainnya baik itu setelah dipadatkan, permukaan tanah asli, permukaan tanah galian. Lapisan pondasi bawah yaitu lapisan yang terbuat dari bahan/material yang diperbaiki terlebih dahulu, material alam, atau dihamparkan sirtu kemudian dipadatkan. Lapisan pondasi atas atau *base course* yaitu lapisan yang terdiri dari bahan/material yang dipersiapkan (dicampur dengan bahan semen maupun bahan aspal) atau material dari bahan alam tanpa campuran, lapisan ini harus mampu menahan beban serta membaginya atau meneruskan beban ke lapisan dibawahnya. Lapisan permukaan atau *surface course* yaitu lapisan yang berasal dari campuran aspal serta agregat yang memiliki rentang tebal dari 5 cm atau lebih [8].

### 2.3 Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 yaitu metode perencanaan yang digunakan perkerasan jalan yang sering digunakan. Metode ini digunakan diberbagai negara sebagai perencanaan dan diadopsi untuk standart perencanaan. Pada dasarnya Metode AASHTO 1993 yaitu metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris [9]. Berikut Parameter- parameter untuk perhitungan ketebalan perkerasan lentur diantaranya:

#### 1. Tanah dasar

*Modulus Resilient* ( $M_R$ ) yaitu parameter perhitungan ketebalan perkerasan lentur untuk data tanah dan pengganti CBR yang digunakan sebagai penunjuk daya dukung lapis tanah dasar. Untuk tanah dasar  $M_R$  diperoleh melalui korelasi nilai CBR seperti persamaan 1:

$$M_R = 1500 \times \text{CBR (psi)} \dots\dots\dots (1)$$

#### 2. Repetisi beban selama umur rencana

Pengulangan sumbu standar selama umur rencana ( $W_{18}$ ) yaitu sebagai berikut:

$$W_{18} = \sum LHRT_i \times E_i \times D_A \times D_L \times 365 \times N \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$W_{18}$  adalah pengulangan beban lalu lintas sampai umur rencana (UR).

$LHRT_i$  adalah lalu lintas harian rata-rata tahunan.

$E_i$  adalah angka ekuivalen jenis kendaraan i.

$D_A$  adalah faktor distribusi arah rencana.



$D_L$  adalah faktor distribusi rencana  
365 adalah hari dalam 1 tahunan.

3. Umur rencana

Umur rencana memiliki fungsi sebagai angka yang digunakan untuk menghitung repetisi lalu lintas.

4. *Structur Number* (SN)

*Structur Number* (SN) yaitu fungsi ketebalan lapis yang sudah disetarakan kemampuannya dari wujud kinerja perkerasan jalan. Persamaan 3:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3, \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

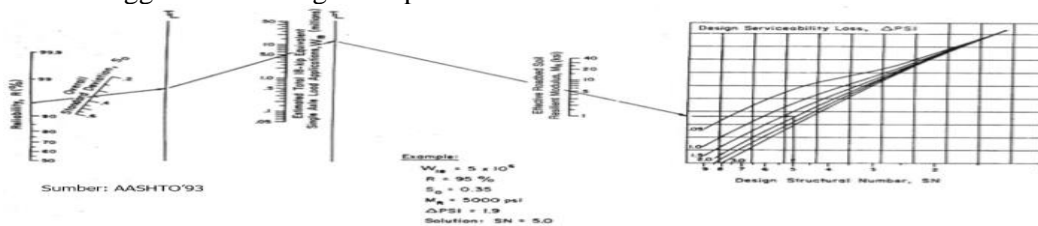
SN adalah nilai *Structur Number*.

$a_1, a_2, a_3$  adalah koefisien relatif pada lapis.

$D_1, D_2, D_3$  adalah ketebalan tiap lapis.

$m_2, m_3$  adalah koefisien drainase dari tiap lapis.

Nilai SN bisa menggunakan nomogram seperti Pada Gambar 1 berikut:



Sumber: Sukirman, 2010

Gambar 1 Nomogram Penentuan Nilai SN

5. *Reliability*

*Reliability* diartikan untuk kemungkinan jika tingkat pelayanan tercapai di tingkat tertentu dari sisi pandang para pengguna jalan sepanjang umur rencana (UR).

6. *Serviceability*

*Serviceability* yaitu nilai penentu pada tingkat pelayanan fungsional pada salah satu sistem perkerasan jalan. Pada perkerasan baru dibuka (*open traffic*) *serviceability* bernilai sebesar 4.0-4.2.

7. Drainase

Merencanakan tebal perkerasan jalan, pengaruh kualitas drainase dinyatakan menggunakan koefisien drainase Tabel 1 berikut:

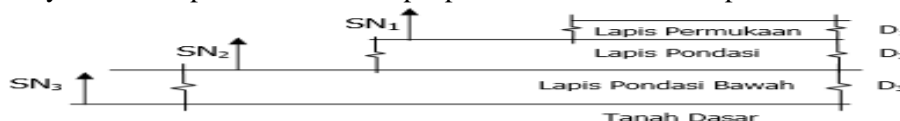
Tabel 1 Koefisien Drainase (m)

Kualitass Drainase	Persen waktu structur perkeraasan dipengaruhi oleh kadar air mendekati jenuh			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,2
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1
Sedang	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Jelek	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,6
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,4

Sumber: Sukirman, 2010

8. Modulus Elastisitas Lapisan

Untuk menentukan minimum tebal pada tiap lapis perkerasan yaitu dari mutu daya dukung lapis yang berada dibawahnya. Ilustrasi penentuan tebal lapis perkerasan minimum seperti Gambar 2 berikut:





Sumber: Sukirman, 2010

Gambar 2 Ilustrasi Penentuan Tebal lapis perkerasan minimum

Untuk menentukan modulus elastisitas setiap lapisan, dapat menggunakan persamaan 4 dan 5:

$$a_2 = 0,249(\text{Log } E_{BS}) - 0,0977 \dots\dots\dots (4)$$

$$a_3 = 0,227(\text{Log } E_{SB}) - 0,839 \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

$a_2, a_3$  adalah koefisien relatif pondasi

$E_{BS}, E_{SB}$  adalah modulus elastisitas lapis pondasi

## 2.4 Metode Manual Perkerasan Jalan 2017

Dirjen Bina Marga telah mengeluarkan Manual Perkerasan Jalan 2017 yang kini ditetapkan sebagai patokan perencanaan atau rehabilitasi perkerasan jalan [10]. Parameter serta perhitungan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan lentur berdasarkan Metode Manual Perkerasan Jalan 2017 sebagai berikut:

### 1. Umur rencana (UR)

Pada metode Manual Perkerasan Jalan 2017, umur yang direncanakan untuk struktur jalan baru tertera pada Tabel 2:

Tabel 2 Umur rencana Perkerasan Jalan baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Pondasi Jalan	
Perkerasan Lentur	Semua perkerasan pada daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang ( <i>Ovelay</i> ), seperti: Jalan perkotaan, Underspas, Jembatan, Terowongan	40
	<i>Cement Treated Based</i>	
Perkerasan Kaku	Lapisan fondasi atas, lapisan pondasi bawah, lapisan beton semen, dan pondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk pondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

### 2. Faktor Pertumbuhann Lalulintas

Faktor pertumbuhan lalulintas sampai dengan umur rencana (UR) dapat digunakan faktor kumulatif (*cummulative grow factor*) berdasarkan persamaan 6:

$$R = \frac{(1+0,01)^{UR-1}}{0,01} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

R adalah faktor pertumbuhan lalulintas kumulatif.

i adalah laju pertumbuhan lalulintas (tahunan).

UR adalah umur rencana (tahunan).

### 3. Lalulintas lajur rencana

Faktor distribusi ara (DD) apabila jalan 2 arah pada umumnya diambil 0,5 dan untuk faktor distribusi lajur dapat digunakan Tabel 3:

Tabel 3 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur Setiap Arah	kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50



Sumber: Dirjen Bina Marga, 2017

4. Beban sumbu standart kumulatif atau *cumulative Equivalent Singl Axle Lod* (CESAL)

Jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas perencanaan lajur perencanaan sepanjang umur yang direncanakan dapat digunakan Persamaan 7 berikut:

$$ESATH_1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots (7)$$

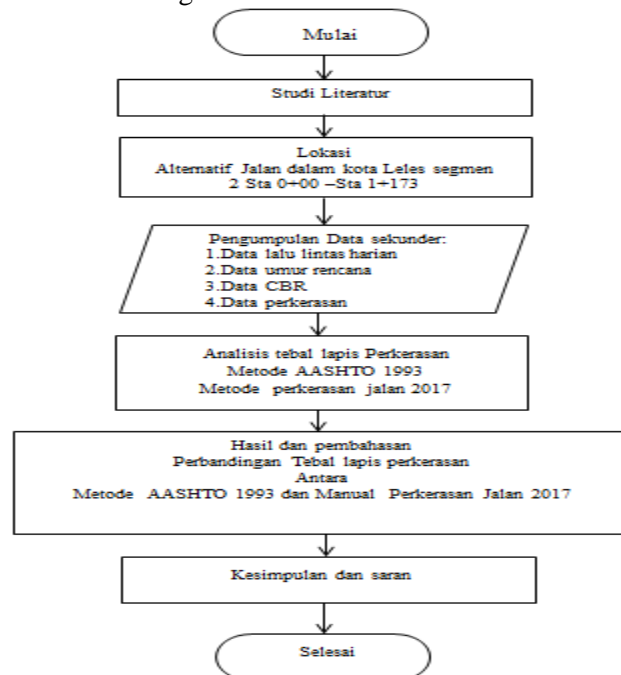
5. Struktur Perkerasan

Untuk memilih struktur perkerasan akan bervariasi tergantung dengan volum lalu lintas, umur rencana(ur) serta kondisi pondasi jalan.

### BAB III Metode Penelitian

#### 3.1 Bagan Alir Penelitian

Tahapan Penelitian ini bisa dilihat Pada bagan alir Gambar 3:



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

#### 3.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah didapatkan, melakukan analisis data sebagai berikut:

1. Menganalisis data sesuai pengerjaan tahapan-tahapan yang dilakukan pada Metode AASHTO 1993.
2. Menganalisis data sesuai pengerjaan tahapan-tahapan yang dilakukan pada Metode Manual Perkerasan Jalan 2017.
3. Membandingkan hasil akhir dengan kedua metode.
4. Menentukan metode mana yang paling sederhana perhitungannya dan efisien jika digunakan.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Umum

Data dari instansi Bina Marga Kabupaten Garut, Jawa Barat, dari pekerjaan *Detail engineering desain* (DED) Pekerjaan 2012:

1. Klasifikasi Jalan
  - Fungsi Jalan : Kolektor Sekunder
  - Kelas Jalan : III B
  - Status Jalan : Provinsi
2. Perkerasan Untuk Desain Pembangunan segmen 2
  - Jenis Perkerasan : Perkerasan Lentur
  - Permukaan Atas : Lapen tebal 5 cm
  - Pondasi Atas : Anggregat kls A tebal 15 cm
  - Pondasi Bawah : Anggregat kls B tebal 20 cm



Perkembangan lalu lintas (i) : 5%

CBR tanah dasar : 2 %

#### 4.2 Analisis Metode AASHTO 1993

Paremeter-paramter yang diperlukan untuk menganalisis metode AASHTO 1993:

##### 1. Analisis lalulintas

Tabel 4 Data Lalulintas

No	Jenis Kendaraan	Volume Kendraan
1	Kendaraan Berat 13 Ton	6
2	Kendaraan Berat 8 Ton	38
3	Kendaraan Ringan 2 Ton	470
Jumlah		514

Sumber: Bina marga Kabupaten Garut, 2011

##### 2. Faktor Distribusi Arah serta Lajur ( DD DL)

Berdasarkan AASHTO 1993, nilai DD diantara 0,3-0,7 Pada penelitian ini diambil DD 0,3 dan DL dengan jalan 2 lajur maka diambil 80% .

Kemudian dimasukan kedalam persamaan berikut untuk mencari nilai  $W_{18}$ :

Untuk kendaraan 13 Ton

$$W_{18} = \hat{w}_{18} \times 365 \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} = 1,533312 \times 365 \times \frac{(1+0,05)^{20} - 1}{0,05} = 18505,65$$

Untuk kendaraan berat 8 Ton yaitu 17534,14 dan kendaraan ringan 2 Ton yaitu 544,6 , maka Total untu  $W_{18}$  yaitu: Total  $W_{18} = \sum 18505,65 + 17534,14 + 544,6 = 36584,39$

##### 3. Indeks kemampuan pelayanan

$P_o = 4,2$  ( Perkerasan Aspal)

$P_t = 2,0$  ( Jalan raya dengan lalu lintas rendah)

Maka dapat dihitung kehilangan kemampuan pelayanan ( $\Delta PSI$ ):

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 2,2$$

##### 3. Reliabilitas (R)

Untuk penelitian ini nilai Reliabilitas berkisar antara 80 – 95 % , diambil 90 % , dan untuk Standar keseluruhan  $S_o$  berkisar antara 0,40 – 0,50 pada penelitian ini diambil nilai rata-rata yaitu 0,45.

##### 4. Koefisien Drainase

Pada penelitian ini, untuk koefisien drainase diasumsikan 5 – 25% diambil nilai rata-rata yaitu 15% , maka nilai koefisien drainase  $m_1$  dan  $m_2$  antara 1,00-0,80 diambil 0,90.

##### 5. koefisien Lapisan

Pada penelitian ini, untuk koefisien lapisan sudah terdapat di data sekunder maka didapatkan koefisien tiap lapisan:  $a_1 = 0,23$ ,  $a_2 = 0,13$ ,  $a_3 = 0,12$ .

##### 6. Mencari Nilai modulus elastisitas untuk setiap lapisan

untuk mencari nilai modulus elastisitas lapis pondasi ( $E_{BS}$ )

untuk lapisan pondasi atas:

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

$$EBS = 27.925,44 \text{ Psi}$$

Untuk lapisan pondasi bawah:

$$a_3 = 0,227 \times (\log_{10} E_{SB}) - 0,839$$

$$E_{SB} = 16.788,04 \text{ psi}$$

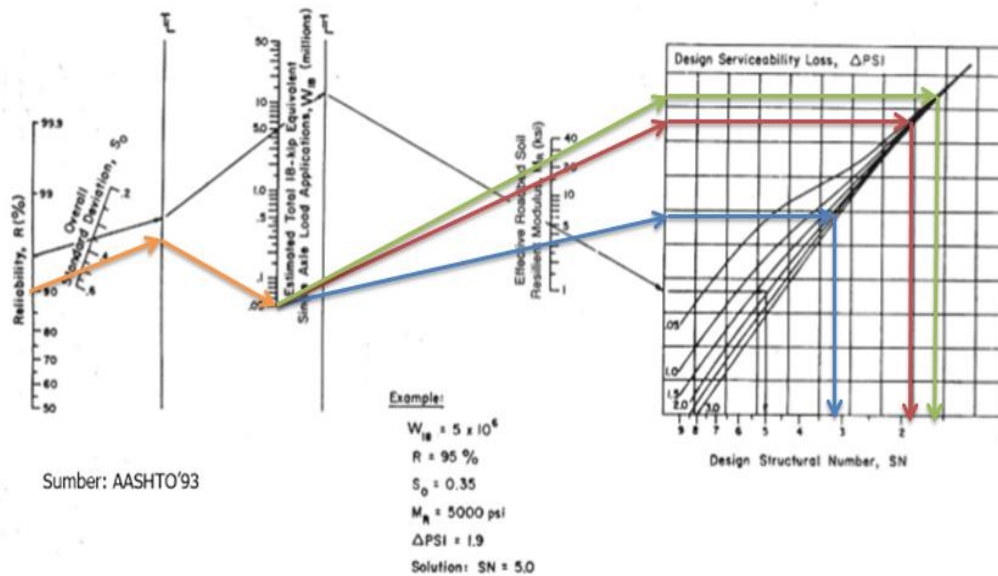
##### 7. Menghitung nilai modulus Resilient ( $M_R$ )

Nilai CBR 2 % maka nilai Modulus Resilient ( $M_R$ ) bisa dihitung dengan persamaan berikut:

$$M_R = 15000 \times CBR = 1500 \times 2 \% = 3000 \text{ psi.}$$



Maka dapat dicari nilai SN dengan menggunakan monogram berikut:



Gambar 4 Hasil Perhitungan

Didapat nilai SN: SN total= 3,2, SN 1= 1,75, SN 2=1,6.

8. Menghitung Tebal lapis masing-masing perkerasan

a. Lapis permukaan

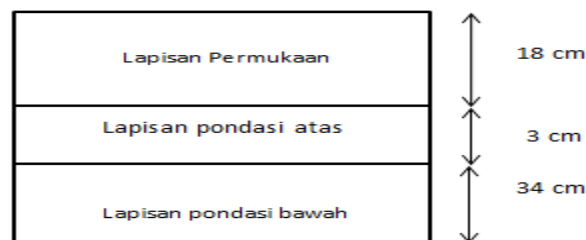
$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{1,6}{0,23} = 6,96 \text{ inchi} = 17,67 \text{ cm} \approx 18 \text{ cm}$$

b. Lapis pondasi atas

$$D_2 = \frac{SN_2 - a_1 D_1}{a_2 m_2} = \frac{1,75 - \left(0,23 \times \frac{18}{2,54}\right)}{0,13 \times 0,9} = 1,03 \text{ inchi} = 2,6 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

c. Lapisan pondasi bawah

$$D_3 = \frac{SN_{\text{total}} - (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2)}{a_3 m_3} = \frac{3,2 - \left(0,23 \times \frac{18}{2,54} + 0,13 \times 0,9 \times \frac{3}{2,54}\right)}{0,12 \times 0,9} = 13,26 = 33,6 \approx 34 \text{ cm}$$



Gambar 5 Hasil Perhitungan Metode AASHTO 1993

### 4.3 Metode Manual Perkerasan Jalan 2017

1. Faktor pertumbuhan lalu lintas

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 0,05)^{20} - 1}{0,01 \times 0,05} = 20,1$$

2. Faktor distribusi lajur

Faktor distribusi yang dipilih yaitu 80 % (2 lajur)

3. Menghitung beban sumbu standart kumulatif (*Cumulative equivalent single axle load/ CESA*)

Pada perhitungan CESA pangkat 5 ini untuk ESA 20 Tahun, parameter yang ada yaitu:



$R = 20,1$ , dan untuk VDF kendaraan berat 13 Ton nilai VDF yaitu 0,8 dan kendaraan berat 8 Ton nilai VDF yaitu 1. Berikut Tabel 5 hasil perhitungan untuk ESA 20 Tahun:

Tabel 5 Hasil perhitungan ESA 20 Tahun					
Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	VDF 4	ESA 4	CESA 4	CESA 5
Kendaraan berat 13T	6	0,8	4,8	28172,16	50709,888
Kendaraan berat 8 T	38	1	38	223029,6	401453,28
Kendaraan berat 2 T	417	0	0	0	0
				ESA20 TAHUN	452163,17

Sumber: Hasil Analisis

4. Menentukan Jenis Perkerasan

Berdasarkan Hasil ESA 20 Tahun yaitu 452163,17 maka dapat ditentukan jenis perkerasan pada Tabel 6:

Tabel 6 Jenis Perkerasan					
Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pagkat 4 kecuali ditentukan lain)			
		0-0,5	0,1-4	4-10	10-30 30-200
AC atau HRS tipis diatas lapisan fondasi	3A		1,2		

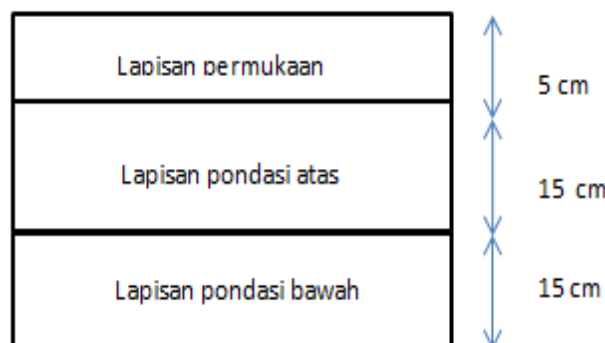
5. Menentukan Ketebalan Lapisan

Karena pada pemilihan jenis perkerasan di dapat pada bagan 3A, maka untuk menentukan ketebalan pada tiap lapisan ditentukan Pada Bagan desain

Bagan 3A desain perkerasan Aspal

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ CESA <sub>4</sub> )	FF1 < 0,5		0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0	
	HRS atau Penetrasi makadam		HRS	
Jenis permukaan				
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% <sup>2</sup>	150		125	

Dari bagan tersebut , di dapat pada Gambar 6 tebal setiap lapisan :







Gambar 6 Hasil tebal lapisan Metode Manual Perkerasan Jalan 2017

#### 4.4 Pembahasan

Dari hasil yang didapat antara metode AASHTO 1993 dengan metode Manual perkerasan jalan 2017 menghasilkan ketebalan lapisan yang berbeda. Berikut Tabel 8 perbandingan ketebalan pada kedua metode.

Tabel 8 Perbandingan ketebalan kedua Metode

Jenis lapisan	Metode	
	AASHTO 1993 (Cm)	Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (Cm)
Lapisan permukaan	18	5
Lapisan Fondasi Atas	3	15
Lapisan Fondasi	34	15
Total	55	35

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 8 dilihat dari material yang digunakan pada kedua metode didapat perbedaan ketebalan yang signifikan. Metode AASHTO 1993 yang memiliki ketebalan yang besar dari pada metode manual desain perkerasan jalan 2017. Hal ini karena pada kedua metode tersebut terdapat perbedaan beberapa parameter: Pada metode AASHTO terdapat *Structur number* (SN) yang di dalam perhitungan SN tersebut terdapat koefisien drainase yang dapat mempengaruhi hasil ketebalan pada tiap lapisan, sedangkan pada metode Manual perkerasan jalan 2017 untuk parameter drainase dilakukan secara terpisah tidak mempengaruhi dalam menentukan ketebalan lapisan. Perhitungan yang dilakukan, metode Manul Perkerasan Jalan 2017 dilakukan penerapan hasil ESA pada tabel-tabel yang terjadi, sehingga mempermudah dalam proses perhitungan ketebalan lapisan perkerasan. Hasil lapisan perkerasan dengan metode Manual Perkerasan Jalan 2017 didapat lebih efisien untuk digunakan dari pada metode AASHTO 1993 seperti yang terdapat pada Tabel 8.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Perhitungan antara metode AASHTO 1993 serta Manual Perkerasan Jalan 2017, dapat disimpulkan:

1. Hasil perhitungan metode AASHTO 1993 didapat ketebalan: Lapisan permukaan (*Surface course*) dengan menggunakan lapen didapat hasil ketebalannya yaitu 18 cm, lapisan pondasi atas dengan menggunakan agregat kls A didapat hasil ketebalannya yaitu 3 cm, Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dengan menggunakan agregat kelas B didapat hasil ketebalannya yaitu 34 cm.
2. Hasil perhitungan metode Manual Perkerasan Jalan 2017 didapat ketebalannya: Lapisan permukaan (*Surface course*) dengan menggunakan lapen didapat hasil ketebalannya yaitu 5 cm, lapisan pondasi atas dengan menggunakan agregat kelas A didapat hasil ketebalannya yaitu 15 cm, lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dengan menggunakan agregat kelas B didapat hasil ketebalannya yaitu 15 cm.
3. Untuk total ketebalan metode AASHTO 1993 yaitu 55cm dan untuk metode Manual Perkerasan Jalan 2017 yaitu 35 cm. Metode yang efisien yaitu metode Manual Perkerasan Jalan 2017 dengan total ketebalan 35 cm.

### 5.2 Saran

1. Penggunaan umur rencana lebih baik disesuaikan dengan data yang ada karena akan lebih baik membandingkan dengan hasil pengerjaan yang sudah ada.
2. Dicoba untuk menggunakan metode yang lain selain AASHTO 1993 dan Manual Perkerasan Jalan 2017, seperti metode AUSTROAD, Asphalt institute, analisa komponen, akan mengetahui lebih luas metode-metode perencanaan ketebalan jalan perkerasan lentur.





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. C. Mantiri, T. K. Sendow, and M. R. . Manoppo, “Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993,” *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 10, pp. 1303–1316, 2019.
- [2] R. Mandala and I. Farida, “Berdasarkan Hubungan Antara Ketidakrataan Permukaan Jalan ( Iri ) Dan Indeks Kondisi Jalan ( Rci ),” *J. Konstr.*, vol. 14, no. 1, pp. 57–66, 2016.
- [3] M. Nauval, A. Aris, G. Simbolan, and B. H. Setiadji, “METODE BINA MARGA STUDI KASUS : ( RUAS JALAN PIRINGSURAT – BATAS KEDU TIMUR ),” vol. 4, no. 02, pp. 380–393, 2015.
- [4] N. Pradani and M. Sadli, “Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pd T-01-2002-B , Metode Manual Desain Perkerasan ( MDP ) dan Metode Nottingham Pada Ruas Jalan I Gusti Ngurah Rai Palu,” *J. Fropil*, vol. 4, no. 2, pp. 140–155, 2016.
- [5] A. Kholiq, “Jurnal J-ENSITEC, 01 (2014) PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA ANTARA BINA MARGA DAN AASHTO ’93 (STUDI KASUS: JALAN LINGKAR UTARA PANYING KI RA N- B ARI BIS AJ AL E NGKA),” *J. J-ENSITEC*, vol. 01, pp. 43–51, 2014.
- [6] S. Sukirman, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. 2010.
- [7] A. Tjan and R. H. S. Al-Ghifari, “Kajian Temperatur Rata-rata Tertimbang (WMAPT) Pada Desain Perkerasan Lentur Studi Kasus Ruas Cikampek-Pamanukan Sta 20+100,” *J. Teor. dan Terap. Bid. Rekayasa Sipil*, vol. 27, no. 2, pp. 185–196, 2020, doi: 10.5614/jts.2020.27.2.9.
- [8] M. A. Febriansyah, D. Ratnaningsih, and U. Subagyo, “PERENCANAAN ULANG PEKERASAN LENTUR HOLDINGBAY PADA AREA N1 DAN N7 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA,” *JOS-MRK*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2020.
- [9] M. Y. Permana, A. A. G. Sumanjaya, and U. Warmadewa, “Perencanaan perkerasan pada ruas jalan dari simpang jalan gatot subroto barat sampai simpang jalan gunung soputan denpasar,” *Paduraksa*, vol. 8, no. 1, pp. 51–69, 2019.
- [10] I. N. Hakim, B. Kushari, J. T. Sipil, and U. I. Indonesia, “KAJI ULANG DESAIN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA RUAS JALAN PAKEM-PRAMBANAN UNTUK MENGANTISIPASI,” no. 02, pp. 1–8, 2019.