

PERBANDINGAN DESAIN TEBAL LAPIS TAMBAH DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DAN AASHTO 1993 MENGGUNAKAN DATA LENDUTAN *FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER*

Kamilatun Ni'mah Purnaningrum¹ dan Berlian Kushari²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: *purnaningrum@gmail.com*

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: *bkushari@uii.ac.id*

ABSTRACT: *This paper reports a comparative analysis of overlay thickness design using Falling Weight Deflectometer (FWD) data collected from the Southern Arterial Road of Yogyakarta from KM 6.750 to KM 25.250. The analysis compares two methods that were used to calculate overlay thickness, i.e the 2017 Bina Marga and the 1993 AASHTO methods. The design results generated by 1993 AASHTO method tend to be greater than that of 2017 Bina Marga method, i.e. 4 cm with design traffic of 10.306.629 CESA, while the 1993 AASHTO method produces an overlay thickness of 6,5 cm with design traffic amounting to 12.966.750. Comparison of design concepts, design parameters, and procedures are described to explain the differences of the results produced by the two methods.*

Keywords: *1993 AASHTO, 2017 Bina Marga, Falling Weight Deflectometer (FWD), overlay*

1. PENDAHULUAN

Tingginya perkembangan dan pertumbuhan yang terjadi di kota Yogyakarta, membuat jumlah kendaraan yang melewati jalan-jalan di kota Yogyakarta juga meningkat cepat dan membuat kepadatan kendaraan menjadi cukup tinggi, salah satunya pada ruas jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250. Akibat dari adanya peningkatan volume lalu lintas pada ruas jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250, maka diperlukan pemeliharaan dan penambahan kekuatan jalan yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja jalan tersebut yakni dengan cara penambahan tebal perkerasan (*overlay*) guna menghindari kerusakan yang lebih serius pada jalan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh desain tebal *overlay* pada ruas jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250 dengan menggunakan data lendutan *Falling Weight Deflectometer*.

Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan desain *overlay* antara metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993. Perbandingan akan dititik beratkan pada perbandingan konsep, parameter, prosedur dan hasil desain antar kedua metode tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian mengenai “Perbandingan Desain Tebal Lapis Tambah Dengan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 Menggunakan Data Lendutan *Falling Weight Deflectometer*”, dilakukan peninjauan terhadap beberapa penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya. Tinjauan ini perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara penelitian sekarang ini dengan penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai

tinjauan pustaka dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Tugas Akhir “Evaluasi Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) dengan Metode Bina Marga dan *Asphalt Institute* Menggunakan Alat *Benkelman Beam*” oleh Rizky (2009). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Metode Bina Marga lebih ekonomis digunakan di Indonesia dibandingkan metode *Asphalt Institute* karena tingkat ketebalannya sesuai digunakan pada perencanaan tebal lapis tambah.
- b. Tugas Akhir “Kajian Metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur” oleh Miswandi (2009). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Metode Pd T-05-2005-B menghasilkan biaya konstruksi akhir umur rencana lebih murah dibandingkan dengan pedoman interim No.002/P/BM/2011.
- c. Tesis “Perbandingan Metode Evaluasi Kondisi Jalan Nasional Berkaitan dengan Biaya Pemeliharaan” oleh Fatah (2014). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Metode analisis komponen AASHTO (1993) cenderung lebih tebal dibandingkan hasil kebutuhan tebal *overlay* metode lendutan AASHTO (1993). Metode Bina Marga (2011) lebih tepat digunakan sebagai identifikasi awal kondisi perkerasan jalan.

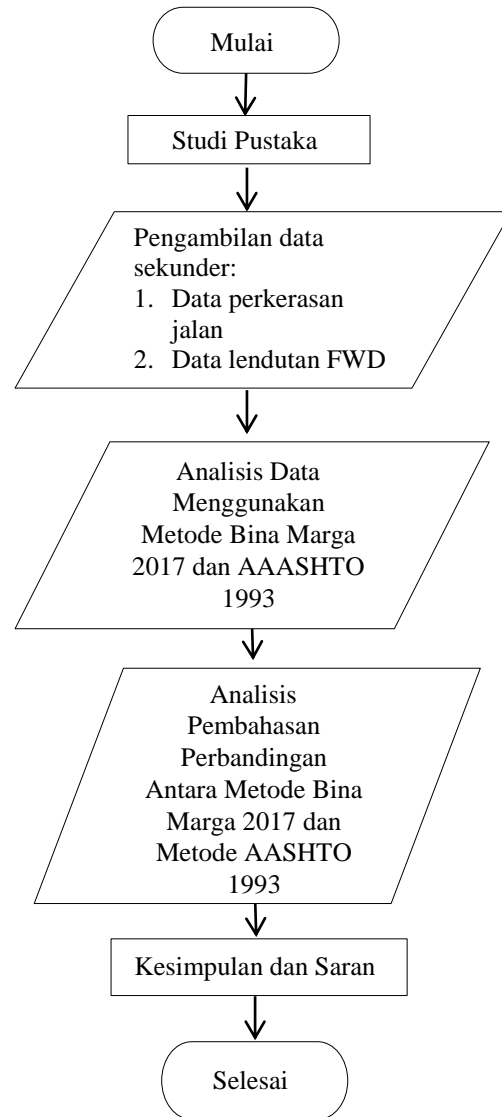
Berdasarkan tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya, maka terdapat perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian sekarang yaitu:

- a. perbedaan lokasi penelitian,
- b. perbedaan metode analisis data, dan
- c. perbedaan penggunaan alat lendutan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.

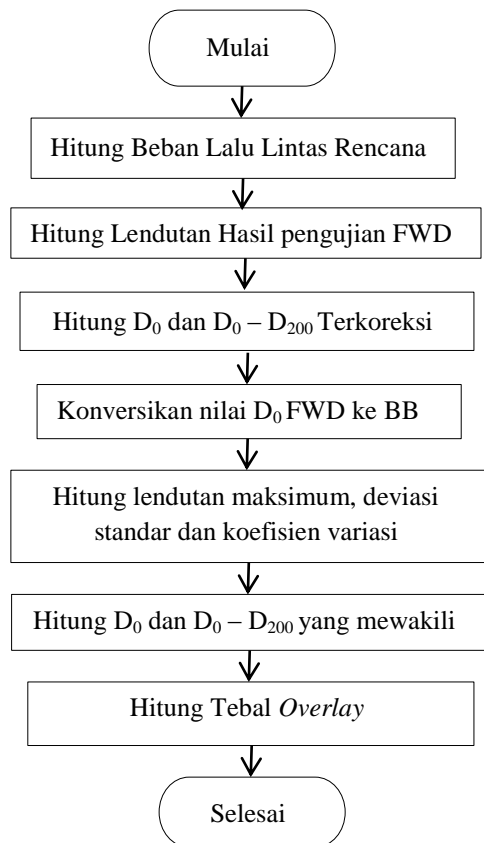


Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

3.2 Tahapan Analisis Data

3.2.1 Metode Bina Marga 2017

Tahapan analisis data metode Bina Marga 2017 dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 2. Bagan Alir Analisis Data Metode Bina Marga 2017

Penjelasan selengkapnya diuraikan sebagai berikut ini.

a. Analisis Lalu Lintas

Analisis lalu lintas dihitung berdasarkan faktor pertumbuhan lalu lintas, nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) tiap kendaraan dan beban sumbu standar kumulatif (CESAL). Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$R = \frac{(1+(0,01 \times i))^{UR} - 1}{0,01 \times i} \quad (1)$$

dengan R = faktor pertumbuhan lalu lintas, i = laju pertumbuhan lalu lintas dan UR = umur rencana.

Nilai VDF kendaraan diperoleh langsung berdasarkan Tabel yang telah disajikan oleh Bina Marga 2017. Adapun nilai beban sumbu standar kumulatif (CESAL), Bina Marga 2017 membaginya menjadi CESA4 dan CESA5. Perbedaan CESA4 dan CESA5 yaitu terletak pada nilai VDF yang digunakan. CESA4 digunakan pada desain *overlay* berdasarkan lendutan maksimum untuk mengatasi deformasi permanen, sedangkan CESA5 digunakan pada desain *overlay* berdasarkan lengkung lendutan untuk mengatasi retak leleh. Perhitungan CESA menggunakan persamaan berikut ini.

$$ESA = \left(\sum LHRJK \times VDFJK \right) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2)$$

dengan $LHRJK$ = lalu lintas harian tiap jenis kendaraan, $VDFJK$ = faktor ekuivalen beban tiap jenis kendaraan, DD = distribusi arah dan DL = distribusi lajur.

b. Desain Tebal *Overlay*

Adapun prosedur desain tebal *overlay* terbagi menjadi dua yaitu berdasarkan lendutan maksimum dan lengkung lendutan. Nilai lendutan harus dikoreksi dengan faktor koreksi musim, koreksi beban normal, koreksi temperatur dan penyesuaian FWD ke BB. Selanjutnya nilai lendutan maksimum yang mewakili suatu sub ruas jalan dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

untuk jalan arteri:

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 2s \quad (3)$$

untuk jalan kolektor:

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64s \quad (4)$$

untuk jalan lokal:

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,28s \quad (5)$$

dengan d_R = lendutan rata-rata dan s = standar deviasi.

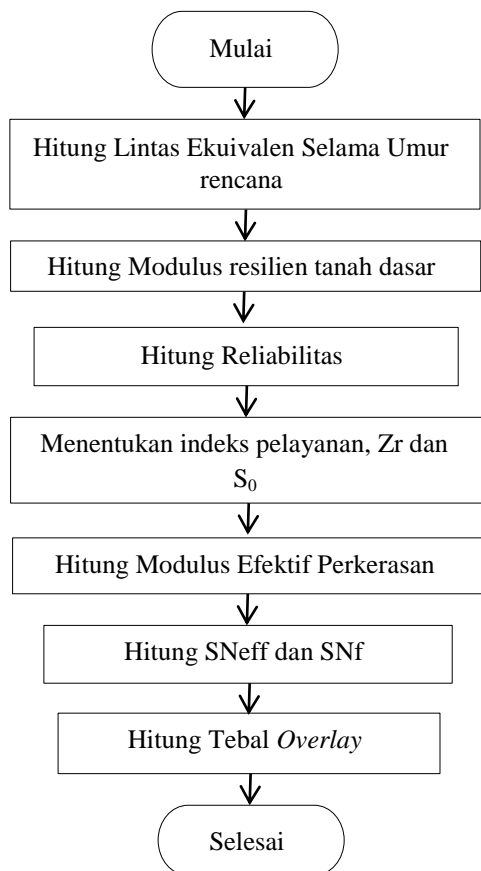
Adapun prosedur desain tebal *overlay* berdasarkan lengkung lendutan hampir sama dengan prosedur lendutan maksimum. Nilai lengkung lendutan rata-rata dihitung setelah dikoreksi oleh faktor musim, beban normal dan temperatur.

$$CF = D_0 - D_{200} \quad (6)$$

dengan $CF = Curvature Function$ (Lengkung Lendutan), D_0 = lendutan maksimum pada suatu titik uji dan D_{200} = lendutan berjarak 200 mm dari titik uji.

3.2.2 Metode AASHTO 1993

Tahapan analisis data metode AASHTO 1993 dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 3. Bagan Alir Analisis Data Metode AASHTO 1993

Penjelasan selengkapnya diuraikan sebagai berikut ini.

a. Analisis Lalu Lintas

Analisis lalu lintas dihitung berdasarkan faktor pertumbuhan lalu lintas, nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) tiap kendaraan dan *Equivalent Single Axle Load* (ESAL). Nilai VDF pada AASHTO 1993 menggunakan interpolasi dengan tabel faktor ekivalensi beban gandar dengan mencari nilai SN berdasarkan tebal perkerasan, koefisien lapisan dan koefisien drainase.

$$SN = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2 \times m_2) + (a_3 \times D_3 \times m_3) \quad (7)$$

dengan a = koefisien lapisan, D = tebal perkerasan dan m = koefisien drainase.

Equivalent Single Axle Load (ESAL) dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$ESAL_n = \sum^{MP}_{\text{traktor-trailer}} m_n \times 365 \times E \times R \times D_D \times D_L \quad (8)$$

b. Desain Tebal *Overlay*

Adapun perhitungan desain tebal *overlay* metode AASHTO 1993 adalah sebagai berikut:

1) penentuan Modulus Resilien, ditentukan dari hasil pengujian defleksi dengan alat uji FWD. Modulus Resilien (M_R) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$M_R = C \times \frac{0,24 \times P}{d_r \times r} \quad (9)$$

dengan C = faktor koreksi = 0,33, P = beban yang digunakan, d_r = lendutan pada jarak r dan r = jarak dari pusat beban

2) penentuan nilai Modulus Efektif Perkerasan (E_p), nilai E_p didasarkan pada besaran lendutan yang terjadi di bawah pusat beban pelat (d_0) yang telah dikoreksi dengan faktor koreksi temperatur,

3) melakukan perhitungan nilai kapasitas struktural perkerasan (SN)

yang terdiri dari Kapasitas Struktural Lalu Lintas Rencana (SN_f) dan Kapasitas Struktural Efektif (SN_{eff}), dan

- 4) perhitungan tebal *overlay* (D_{OL}) dengan persamaan sebagai berikut:

$$H_{OL} = \frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{OL}} \quad (10)$$

dengan SN_{eff} = angka struktural efektif perkerasan eksisting, SN_f = angka struktural dimasa datang dan a_{OL} = koefisien lapisan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Bina Marga 2017

4.1.1 Analisis Lalu Lintas

Adapun Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas diuraikan sebagai berikut:

$$R = \frac{(1 + (0,01 \times 0,048))^{10} - 1}{0,01 \times 0,048} = 10,0216$$

Pada metode Bina Marga 2017, hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis. Nilai VDF untuk masing-masing jenis kendaraan disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Nilai VDF Bina Marga 2017

Golongan	VDF4	VDF5
5a	0,3	0,2
5b	1,0	1,0
6a	0,8	0,8
6b	0,7	0,7
7a	7,6	11,2
7b	36,9	90,4
7c	13,6	24

Adapun nilai kumulatif ESAL untuk umur rencana (UR) = 10 tahun disajikan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. ESAL Kumulatif

Golongan	CESA4	CESA5
5a	296.728,36	197.818,91
5b	1.828.947,05	1.828.947,05
6a	462.357,81	462.357,81
6b	1.095.905,07	1.095.905,07
7a	3.146.959,45	4.637.624,45
7b	2.321.592,22	5.687.586,37
7c	1.154.138,74	2.036.715,43
Jumlah	10.306.628,73	15.946.955,11

4.1.2 Analisis Tebal *Overlay* Berdasarkan Lendutan Maksimum

Data lendutan disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 3. Data Lendutan Seragam

No	Stasiun	Beban (kN)	D ₀ (μm)	D ₂₀₀ (μm)
1	2+000	39,7	392	288
2	2+400	39,8	425	316
3	2+800	39,9	487	357
4	3+600	39,8	607	533
5	4+400	39,7	381	276
6	5+200	40,0	701	566
7	6+000	39,4	531	435
8	6+400	40,2	375	283
9	7+200	39,7	524	412
10	7+600	41,1	155	110
11	8+000	38,8	380	287
12	10+400	39,0	573	445
13	10+800	40,4	496	370
14	11+600	39,3	317	261
15	12+000	40,8	448	329
16	14+000	40,0	456	369
17	15+200	39,9	525	438
18	15+600	40,1	644	501
19	16+000	40,0	297	214
20	17+200	40,7	396	307
21	17+600	40,5	447	321
22	18+000	40,4	554	438
23	18+400	41,0	425	354

Nilai lendutan yang telah seragam, lalu dikoreksi dengan beberapa faktor diantaranya adalah faktor koreksi musim, faktor koreksi beban normal, faktor koreksi temperature dan faktor penyesuaian FWD ke *Benkelman Beam* (BB). Hasil akhir berupa d_o penyesuaian ke BB yang akan dianalisis untuk memperoleh tebal *overlay* berdasarkan lendutan maksimum dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

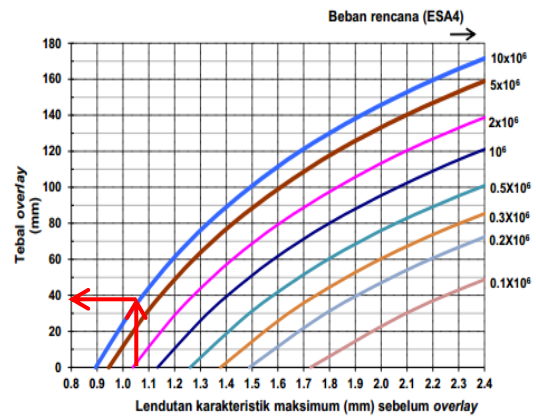
Tabel 4. D₀ Terkoreksi

No	Stasiun	D ₀ penyesuaian BB (μm)	D ₀ ² (μm) ²
1	2+000	578,22	334.343,79
2	2+400	625,33	391.033,40
3	2+800	714,75	510.874,55
4	3+600	893,11	797.651,85
5	4+400	562,00	315.842,87
6	5+200	1.026,26	1.053.217,80
7	6+000	789,22	622.871,89
8	6+400	546,27	298.409,45
9	7+200	772,93	597.425,42
10	7+600	220,85	48.773,27
11	8+000	573,53	328.931,81
12	10+400	860,38	740.256,39
13	10+800	718,95	516.895,51
14	11+600	472,35	223.118,49
15	12+000	643,01	413.464,13
16	14+000	667,58	445.668,40
17	15+200	770,53	593.710,80
18	15+600	940,46	884.474,11
19	16+000	434,81	189.058,00
20	17+200	569,77	324.641,24
21	17+600	646,33	417.741,03
22	18+000	803,03	644.850,34
23	18+400	607,02	368.478,61
Jumlah		15.322,73	11.024.379,21
Rata-rata		666,2057	479.320,84

$$s = \sqrt{\frac{(23 \times 11.024.379,21) - (15.322,73095)^2}{23 \times (23-1)}} = 192,6240$$

$$D_{\text{wakil}} = 666,2057 + (2 \times 192,624) = 1.051,4538 \mu\text{m} = 1,0514 \text{ mm}$$

Selanjutnya, desain tebal *overlay* rata-rata yang diperlukan diperoleh dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Desain Tebal Overlay

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh gambar di atas, maka tebal *overlay* rata-rata yang dibutuhkan untuk nilai CESA4 sebesar 10.306.628,73 adalah sebesar 40 mm atau 4 cm.

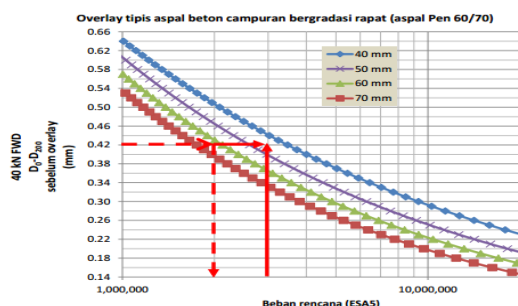
4.1.3 Analisis Tebal *Overlay* Berdasarkan Lengkung Lendutan

Desain berdasarkan lendutan maksimum (D₀) tidak cukup untuk menilai apakah lapis tambah berpotensi mengalami retak lelah (*fatigue cracking*). Untuk mengakomodasi retak lelah berlaku ketentuan tambahan berupa batasan nilai bentuk mangkuk lendutan (*deflection bowl*) atau lengkung lendutan (*deflection curvature*, D₀ - D₂₀₀) yang harus diperiksa untuk memastikan bahwa lapis *overlay* mampu menahan retak lelah. Perkiraan kinerja berdasarkan retak lelah dihitung menggunakan lengkung lendutan karakteristik (D₀ - D₂₀₀). Rekapitulasi perhitungan nilai lengkung lendutan yang telah dikoreksi dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. D₀ - D₂₀₀ Rata-rata Terkoreksi

No	STA	D ₀ (μm)	D ₂₀₀ (μm)	D ₀ - D ₂₀₀ terkoreksi temp. (μm)
1	2+000	392	288	125,743
2	2+400	425	316	131,457
3	2+800	487	357	156,391
4	3+600	607	533	89,246
5	4+400	381	276	126,952
6	5+200	701	566	162,000
7	6+000	531	435	116,954
8	6+400	375	283	109,851
9	7+200	524	412	135,416
10	7+600	155	110	52,555
11	8+000	380	287	115,052
12	10+400	573	445	157,538
13	10+800	496	370	149,703
14	11+600	317	261	68,397
15	12+000	448	329	140,0
16	14+000	456	369	104,400
17	15+200	525	438	104,662
18	15+600	644	501	171,172
19	16+000	297	214	99,600
20	17+200	396	307	104,963
21	17+600	447	321	149,333
22	18+000	554	438	137,822
23	18+400	425	354	83,122
Rata-rata				119,2729

Lalu tebal *overlay* berdasarkan nilai lengkung lendutan ($d_0 - d_{200}$) ditentukan dengan memasukkan nilai rata-rata $d_0 - d_{200}$ dan nilai CESA5 ke dalam grafik pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Tebal *Overlay* Berdasarkan Lengkung Lendutan

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 5, dengan data $D_0 - D_{200}$ rata-rata sebesar 0,11927 mm, maka dapat dilihat bahwa jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250 masih mampu menahan retak leleh, sehingga belum diperlukan *overlay* berdasarkan lengkung lendutan.

4.2 Metode AASHTO 1993

4.2.1 Analisis Lalu Lintas

Pada metode AASHTO 1993, analisis lalu lintas yang dihitung adalah berupa kendaraan ringan hingga kendaraan berat. Adapun nilai VDF metode AASHTO 1993 disajikan dalam Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Nilai VDF AASHTO 1993

No	Golongan	Berat Total (kips)	VDF
1	2	4,4092	0,0007683
2	3	18,29818	0,2024577
3	4	18,29818	0,2024577
4	5a	18,29818	0,2024577
5	5b	19,8414	0,2946094
6	6a	33,39969	2,3995809
7	6b	33,39969	2,3995809
8	7a	55,115	2,7360881
9	7b	69,22444	3,9496465
10	7c	92,5932	4,1810622

Sedangkan untuk nilai ESAL per tahun disajikan dalam Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Nilai Kumulatif ESAL per Tahun

Golongan	LHR	VDF	ESAL per Tahun
2	23.822	0,0007683	6.680,218
3	1.454	0,1966924	107.446,346
4	4.028	0,1966924	297.657,416
5a	676	0,1966924	49.954,422
5b	1.250	0,2876156	134.415,520
6a	395	2,4440761	345.959,579
6b	1.070	2,4440761	937.156,327
7a	283	2,7637994	282.624,223
7b	43	3,9660984	61.989,701
7c	58	4,2669897	88.513,086
Jumlah			2.312.396,839

Berdasarkan Tabel 7 di atas, maka nilai kumulatif ESAL selama umur rencana (UR) = 10 tahun adalah:

$$ESAL_n = ESAL_{2017} \times R \times DD \times DL$$

$$ESAL_{10} = 2.312.396,839 \times 12,46109 \times 0,5 \times 0,9$$

$$= 12.966.750,64$$

4.2.2. Analisis Tebal *Overlay*

4.2.2.1 Analisis Perhitungan M_R dan E_p

Perhitungan nilai M_R dilakukan pada setiap titik pengukuran lendutan. Lendutan yang mencerminkan nilai M_R tanah dasar adalah lendutan yang diukur cukup jauh dari pusat beban. Jarak *Geophone* terhadap pusat beban berturut-turut yaitu 0 cm; 30 cm; 60 cm; 75 cm; 90 cm; 120 cm; 150 cm; 180 cm; dan 210 cm. Pelat beban yang digunakan dalam pengukuran defleksi mempunyai jari-jari sebesar 15 cm atau 5,906 inci. Menurut AASHTO 1993, nilai modulus resilien tanah dasar untuk perencanaan diperoleh dengan mengoreksi modulus resilien tanah dasar dengan faktor koreksi 0,33. Sedangkan perhitungan balik untuk mencari nilai E_p dilakukan dengan cara coba-coba sampai diketahui nilai E_p yang menghasilkan besar d_o yang sama dengan defleksi terukur di lapangan. Pada lapisan aspal panas diperlukan penyesuaian nilai defleksi sesuai dengan temperatur standar 20°C (68°F). Hasil perhitungan selengkapnya disajikan dalam Tabel 8.

4.2.2.2 Analisis Kapasitas Struktural dan Perhitungan Kebutuhan Tebal *Overlay*

SN_f adalah kapasitas struktural perkerasan berdasarkan lalu lintas dimasa mendatang. Nilai SN_f dihitung dengan melakukan iterasi dengan besaran yang ditetapkan seperti *Reliability* (R) untuk jalan arteri antar kota sebesar 95% sehingga didapat standar deviasi (Z_R) sebesar -1,645, *Overall standart deviation* (S_o) adalah 0,45, M_R hasil dari data lendutan FWD, Nilai ΔPSI dimana *initial serviceability* (P_o) sebesar 4,2, *terminal serviceability* (P_t) sebesar 2,5 dan indeks permukaan jalan hancur (P_f) sebesar 1,5. Angka struktural efektif perkerasan (SN_{eff}) merupakan nilai yang menunjukkan kapasitas struktural perkerasan. AASHTO 1993 menyatakan bahwa kapasitas struktural perkerasan merupakan fungsi dari tebal total dan kekakuan keseluruhan dari perkerasan. Nilai SN_{eff} dihitung berdasarkan tebal perkerasan di atas tanah dasar sebesar 66 cm atau 25,9842 inci dan perhitungan balik nilai E_p . Untuk hasil perhitungan nilai SN_f , nilai SN_{eff} dan tebal *overlay* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8 Rekapitulasi Perhitungan Nilai M_R , E_p dan Kontrol Jarak a_e

No	STA	M_R (psi)	C	M_R^*C (psi)	E_p (psi)	r (inci)	A_e (inci)	0,7 A_e	$r > 0,7A_e$
1	2+000	15.303,650	0,33	5.050,204	102.785,891	82,677	49,380	34,566	Ok
2	2+400	17.426,421	0,33	5.750,719	85.928,926	59,055	44,620	31,234	Ok
3	2+800	15.693,575	0,33	5.178,880	74.342,236	59,055	44,038	30,826	Ok
4	3+600	8.396,367	0,33	2.770,801	72.610,920	59,055	53,661	37,563	Ok
5	4+400	17.060,735	0,33	5.630,043	101.577,262	59,055	47,464	33,225	Ok
6	5+200	8.500,380	0,33	2.805,125	58.304,924	82,677	49,722	34,806	Ok
7	6+000	14.988,818	0,33	4.946,310	65.837,720	59,055	42,962	30,074	Ok
8	6+400	18.291,818	0,33	6.036,300	102.431,961	59,055	46,519	32,563	Ok
9	7+200	18.425,594	0,33	6.080,446	62.507,241	59,055	39,487	27,641	Ok
10	8+000	25.010,952	0,33	8.253,614	83.967,719	59,055	39,354	27,548	Ok
11	8+400	13.855,370	0,33	4.572,272	124.908,128	59,055	54,401	38,081	Ok
12	9+200	11.811,278	0,33	3.897,722	118.191,148	59,055	56,304	39,413	Ok
13	10+400	18.395,030	0,33	6.070,360	54.114,061	70,866	37,697	26,388	Ok
14	10+800	23.091,723	0,33	7.620,268	63.774,755	82,677	36,932	25,852	Ok
15	11+600	16.285,666	0,33	5.374,270	136.069,346	59,055	53,056	37,139	Ok
16	12+000	18.936,127	0,33	6.248,922	79.691,521	59,055	42,365	29,656	Ok
17	14+000	12.055,085	0,33	3.978,178	93.612,790	59,055	51,793	36,255	Ok
18	14+400	12.715,637	0,33	4.196,160	125.896,971	59,055	56,108	39,275	Ok
19	14+800	10.403,606	0,33	3.433,190	133.029,281	59,055	61,048	42,734	Ok

Lanjutan Tabel 8 Rekapitulasi Perhitungan Nilai M_R , E_p dan Kontrol Jarak a_e

No	STA	M_R (psi)	C	$M_R * C$ (psi)	E_p (psi)	r (inci)	A_e (inci)	0,7 A_e	$r > 0,7A_e$
20	15+200	12.345,612	0,33	4.074,052	74.211,196	59,055	47,613	33,329	Ok
21	15+600	10.574,570	0,33	3.489,608	59.540,625	59,055	46,603	32,622	Ok
22	16+800	17.732,916	0,33	5.851,862	119.586,107	59,055	49,446	34,612	Ok
23	17+200	19.842,138	0,33	6.547,905	92.867,367	82,677	43,864	30,705	Ok
24	17+600	19.580,095	0,33	6.461,431	77.920,367	70,866	41,598	29,119	Ok
25	18+000	9.868,673	0,33	3.256,662	78.569,031	59,055	52,220	36,554	Ok
26	18+400	12.356,462	0,33	4.077,632	107.126,346	59,055	53,706	37,594	Ok

Tabel 9 Rekapitulasi Perhitungan Nilai S_{Neff} , S_{Nf} dan Tebal *Overlay*

No	STA	M_R desain	Log W18	S_{Neff}	S_{Nf}	a_{oL}	Tebal <i>Overlay</i>		
							inci	cm	
1	2+000	5.050,204	7,1128	5,477	6,134	0,4	1,642	4,169	
2	2+400	5.750,719	7,1128	5,160	5,894	0,4	1,835	4,662	
3	2+800	5.178,880	7,1128	4,917	6,087	0,4	2,926	7,432	
4	3+600	2.770,801	7,1128	4,878	7,329	0,4	6,127	15,563	
5	4+400	5.630,043	7,1128	5,456	5,933	0,4	1,193	3,030	
6	5+200	2.805,125	7,1128	4,534	7,303	0,4	6,922	17,582	
7	6+000	4.946,310	7,1128	4,722	6,173	0,4	3,629	9,217	
8	6+400	6.036,300	7,1128	5,471	5,807	0,4	0,839	2,133	
9	7+200	6.080,446	7,1128	4,641	5,793	0,4	2,881	7,318	
10	8+000	8.253,614	7,1128	5,120	5,258	0,4	0,344	0,874	
11	8+400	4.572,272	7,1128	5,845	6,322	0,4	1,192	3,029	
12	9+200	3.897,722	7,1128	5,738	6,631	0,4	2,232	5,668	
13	10+400	6.070,360	7,1128	4,423	5,796	0,4	3,433	8,720	
14	10+800	7.620,268	7,1128	4,672	5,395	0,4	1,808	4,593	
15	11+600	5.374,270	7,1128	6,014	6,019	0,4	0,012	0,031	
16	12+000	6.248,922	7,1128	5,032	5,744	0,4	1,780	4,522	
17	14+000	3.978,178	7,1128	5,309	6,591	0,4	3,204	8,139	
18	14+400	4.196,160	7,1128	5,860	6,487	0,4	1,566	3,979	
19	14+800	3.433,190	7,1128	5,969	6,885	0,4	2,289	5,816	
20	15+200	4.074,052	7,1128	4,914	6,544	0,4	4,076	10,352	
21	15+600	3.489,608	7,1128	4,566	6,852	0,4	5,715	14,517	
22	16+800	5.851,862	7,1128	5,761	5,863	0,4	0,255	0,649	
23	17+200	6.547,905	7,1128	5,295	5,661	0,4	0,914	2,323	
24	17+600	6.461,431	7,1128	4,994	5,684	0,4	1,724	4,379	
25	18+000	3.256,662	7,1128	5,008	6,992	0,4	4,959	12,598	
26	18+400	4.077,632	7,1128	5,553	6,543	0,4	2,474	6,284	
Tebal <i>Overlay</i> rata-rata								2,538	6,446

Berdasarkan Tabel 9 di atas, maka tebal *overlay* rata-rata yang dihasilkan oleh metode lendutan AASHTO 1993 adalah sebesar 6,5 cm. Faktor yang mempengaruhi hasil ketebalan *overlay* berdasarkan metode AASHTO 1993 diantaranya adalah *design traffic* selama umur rencana, daya dukung tanah dasar eksisting dan kekuatan lapis perkerasan di atasnya.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Perbandingan Konsep Desain

Metode desain yang digunakan pada metode Bina Marga 2017 adalah metode mekanistik empiris, sedangkan metode desain yang digunakan pada metode AASHTO 1993 adalah metode empiris.

4.3.2 Perbandingan Prosedur Desain

Prosedur desain tebal *overlay* pada metode Bina Marga 2017 yaitu berdasarkan lendutan maksimum dan lengkung lendutan. Lendutan maksimum digunakan untuk menentukan tebal *overlay* untuk mencegah terjadinya alur dan perubahan bentuk permanen. Adapun lengkung lendutan digunakan untuk memastikan bahwa lapis *overlay* mampu menahan retak leleh. Analisis tebal *overlay* berdasarkan lendutan maksimum menggunakan lendutan pada pusat beban (d_0) dan nilai CESA4.

Sedangkan, analisis tebal *overlay* berdasarkan nilai lengkung lendutan dan nilai CESA5. Prosedur perhitungan metode AASHTO 1993 yaitu dengan menghitung lintas ekuivalen selama umur rencana (W_{18}), Modulus Resilien tanah dasar (M_R tanah dasar), Modulus Efektif Perkerasan (E_p), nilai SN_{eff} dan nilai SN_f . Data lendutan yang dipakai adalah lendutan d_1 hingga d_9 .

4.3.3 Perbandingan Parameter Desain

Perbandingan parameter desain antara metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Parameter Desain

No	Parameter	Bina Marga 2017	AASHTO 1993
1	Angka Ekuivalen (E)	Menggunakan data VDF masing-masing jenis kendaraan pada Tabel 3.4	Menggunakan interpolasi dengan tabel faktor ekivalensi beban gandar dengan mencari nilai SN berdasarkan tebal pekerasan, koefisien lapisan dan koefisien drainase
2	<i>Design Traffic</i>	- LHR (Golongan 5a – 7c) = 3.775 kend/hari - CESA = 10.306.628,732	- LHR (Golongan 2 – 7c) = 33.079 kend/hari - W_{18} = 12.966.750,64
3	Tanah dasar	Syarat CBR tanah dasar minimum 7%	- <i>Modulus Resilient</i> (M_R) tanah dasar yang diperoleh dari hasil lendutan FWD = 17.273,2656 psi. - CBR = 11,515% (Syarat CBR minimum 6%)
4	Faktor penyesuaian	- Koreksi beban normal = 40 kN - Koreksi musim = 1,2 - Koreksi temperatur = 1,0 - Koreksi penyesuaian FWD ke BB = 1,22	- Koreksi temperatur = 0,72
5	Parameter lain	- Lendutan maksimum (D_0) = 1051, 4538 μ m = 1,051 mm - Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$) = 119,2729 μ m = 0,11927 mm	- Modulus efektif perkerasan (E_p) - SN_{eff} dan SN_f - SN = 5,40 - deviasi standar normal (Z_R) = -1,645 - deviasi standar keseluruhan (S_o) = 0,45 - <i>Reliability</i> (R) = 95%

4.3.4 Perbandingan Hasil Desain

Berdasarkan adanya perbedaan konsep desain, parameter desain dan prosedur desain yang digunakan pada metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993, maka akan menghasilkan hasil desain yang berbeda pula. Metode AASHTO 1993 menghasilkan hasil desain *overlay* yang lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017. Metode AASHTO

1993 menghasilkan tebal *overlay* sebesar 6,5 cm, sedangkan metode Bina Marga 2017 menghasilkan tebal *overlay* sebesar 4 cm. salah satu faktor penyebabnya adalah adanya perbedaan *design traffic* yang dihasilkan pada kedua metode tersebut. Pada metode Bina Marga 2017, hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis, sedangkan pada metode AASHTO 1993 kendaraan

ringan hingga berat juga perlu diperhitungkan dalam analisis, sehingga metode AASHTO 1993 menghasilkan *design traffic* yang lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017. Hal ini yang membuat desain tebal *overlay* metode AASHTO 1993 jauh lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017, sebab tebal *overlay* juga dipengaruhi oleh *design traffic* suatu ruas jalan. Selain itu, faktor yang mempengaruhi hasil ketebalan *overlay* berdasarkan metode AASHTO 1993 diantaranya adalah daya dukung tanah dasar eksisting dan kekuatan lapis perkerasan di atasnya.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian di atas, didapat beberapa kesimpulan berikut:

- a. kondisi struktural perkerasan ruas jalan Arteri Selatan KM 6.750 – 25.250 sebelum *overlay* berdasarkan data lendutan pada pusat beban (d_0) di beberapa titik stasiun menghasilkan nilai lendutan yang cukup besar, maka diperlukan penanganan berupa *overlay* untuk mengatasi deformasi permanen, sedangkan berdasarkan nilai lengkung lendutan ($D_0 - D_{200}$) menghasilkan nilai lendutan yang tidak terlalu besar, sehingga pada kondisi ini, ruas jalan tersebut dianggap masih sanggup untuk mengatasi retak leleh. Hanya saja ruas jalan Arteri Selatan KM 6.750 – 25.250 memerlukan tebal *overlay* sebesar 4 cm untuk mencegah terjadinya alur dan perubahan bentuk permanen pada *subbase* dan tanah dasar,
- b. desain tebal *overlay* dengan metode AASHTO 1993 menghasilkan desain yang lebih besar dibandingkan metode Bina Marga 2017. Metode AASHTO 1993 menghasilkan desain tebal *overlay* sebesar 6,5 cm, sedangkan metode Bina Marga 2017 menghasilkan desain tebal *overlay* sebesar 4 cm, dan
- c. perbedaan hasil desain tebal *overlay* yang diperoleh dari metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 disebabkan oleh adanya perbedaan konsep, parameter

dan prosedur desain pada kedua metode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *Guide for Design of Pavement Structure*. The American Association of State Highway Transportation Officials. Washington, D.C.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Perkerasan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Fatah. 2014. *Perbandingan Metode Evaluasi Kondisi Jalan Nasional Berkaitan Dengan Biaya Pemeliharaan*. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Miswandi, R. 2009. *Kajian Metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rizky, O. 2009. *Evaluasi Tebal Lapis Tambah (Overlay) dengan Metode Bina Marga dan Asphalt Institute Menggunakan Alat Benkelman Beam*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara. Medan.