

Evaluasi Tebal Lapis Tambah (Overlay) dengan Metode AASHTO 1993 dengan Data FWD

Muhammad Husin Gultom¹, Randi Gunawan², Vanisa Gustiawan³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Email : m.husingultom@umsu.ac.id

ABSTRACT

Analysis of the condition of the pavement structure with deflection data from the FWD (Falling Weight Deflectometer) measurement tool is to evaluate the strength of the installed pavement structure which is non-destructive (non-destructive test). The purpose of this study was to evaluate the thickness of the extra layer of flexible pavement using the Method AASHTO 1993 in the case study of the Binjai Outer Ring Road section. Using the planned ESAL from 2021 to 2031 of 22.985.580 on the Binjai Outer Ring Road section, the Method AASHTO 1993 which produces an overlay on the Binjai Ring Road section of 9,92 cm. in the analysis of structural condition, FWD (Falling Weight Deflectometer) deflection data is used to calculate several variables in the Method AASHTO 1993, namely: the value of the Resilience Modulus of subgrade (M_R), the value of the Effective Modulus above the subgrade (E_p). Then the calculation is continued by using the pavement table data and PSI values to get the Structural Number Original (SN_O), actual cumulative ESAL. Structural Number Effective (SN_{eff}), pavement remaining life and Structural Number in Future (SN_f). Assuming the thickness of the pavement layer affects the value of Elasticity Modulus during the back calculation process. This result also determines the value of the Elasticity Modulus taken at a distance that meets the requirements of $r \geq 0,7$ a_e which will affect the values of (SN_{eff}) and (SN_f) which are then used to determine the thickness of the overlay.

Kata Kunci: Overlay thickness; method AASHTO 1993; deflection data FWD.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan kendaraan baik dari segi jumlah dan beban kendaraan yang diangkut sehingga melebihi batas yang diizinkan, mengakibatkan kerusakan pada kondisi struktur perkerasan jalan[1]. Untuk mengatasi kerusakan tersebut, diperlukan usaha-usaha pembinaan yang tepat untuk menjaga kondisi jalan agar tetap pada tingkat pelayanan yang diinginkan. Salah satu usaha yang dilakukan dalam melakukan perbaikan atau pemeliharaan agar kondisi jalan yang ada tetap terjaga adalah dengan pelaksanaan lapis tambah perkerasan (Overlay)[2][3].

Overlay adalah lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang didesain selama kurun waktu yang akan datang. Overlay digunakan jika umur rencana struktur perkerasan sudah tercapai sebagai pemeliharaan jalan atau jika kondisi struktur perkerasan sudah menurun[4], yaitu tegangan yang terjadi pada struktur perkerasan sudah melebihi tegangan izinnnya sehingga perlu dibuat lapisan baru yang dapat mendukung kerja struktur perkerasan tersebut[5].

Metode yang dapat dilakukan untuk menentukan tingkat kemampuan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas adalah dengan menghitung besarnya lendutan yang terjadi akibat pembebanan. Besarnya lendutan pada permukaan jalan dipengaruhi oleh Relatif *Stiffness* dari komponen – komponen pembentuk konstruksi, yaitu harga Modulus Elastisitas Bahan tiap lapisan atau juga keseluruhan[6][7]. Faktor – faktor yang menentukan adalah besarnya beban dan intensitas lalu lintas serta pengaruh alam terhadap struktur perkerasan[8]. Untuk memenuhi penyelenggaraan, pemulihan dan perbaikan sistem perkerasan diperlukan suatu metode pengujian yang sesuai. Pendekatan melalui Metode AASHTO 1993 dan pengujian berdasarkan metode lendutan yang menggunakan

alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD) [9] dapat memenuhi kebutuhan ini. Alat FWD adalah alat yang dipakai untuk melakukan evaluasi kekuatan struktur perkerasan dan bersifat tidak merusak (*Non-Destructive Test*). Dari nilai lendutan yang dihasilkan alat FWD dapat mengevaluasi nilai yang didapat dan digunakan untuk mendesain *overlay* (AASHTO,1993).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dibagi menjadi beberapa tahapan kegiatan yaitu :

- a. Tahap persiapan, yaitu menyiapkan bahan dan data-data apa saja yang akan dipergunakan
- b. Tahap pengumpulan data
 1. Data volume lalu lintas harian rata – rata (LHR), untuk menghitung besarnya beban lalu lintas dalam satuan ESA yang akan dipikul oleh perkerasan jalan sesuai dengan umur rencana yang disyaratkan. Data perkerasan jalan yang akan digunakan untuk menghitung nilai *Structural Number effective* SN_{eff} .
 2. Data struktur perkerasan, yaitu tebal perkerasan,
 3. Data lendutan yang digunakan untuk perhitungan tebal lapisan perkerasan adalah data lendutan pada ruas jalan Lingkar Luar Binjai melalui pengukuran alat FWD. Data yang diperoleh dari alat ini yaitu data lendutan D_1 - D_7 yang menggunakan 7 geophone.

Bagan alir penelitian dapat terlihat seperti pada gambar 1

- c. Tahap Analisa Data
 1. Perhitungan beban lalu lintas dilakukan dengan menggunakan umur rencana selama sepuluh tahun dan pertumbuhan lalu lintas sebesar 4,83% sesuai dengan petunjuk dari Manual Desai Perkerasan Jalan (MDP) 2017
 2. Penentuan Modulus Resilient, dari hasil pengujian defleksi dengan alat uji FWD, *Modulus Resilient* (MR) dihitung dengan menggunakan persamaan

$$M_R = C \frac{0,24 P}{d_r r}$$

Dimana :

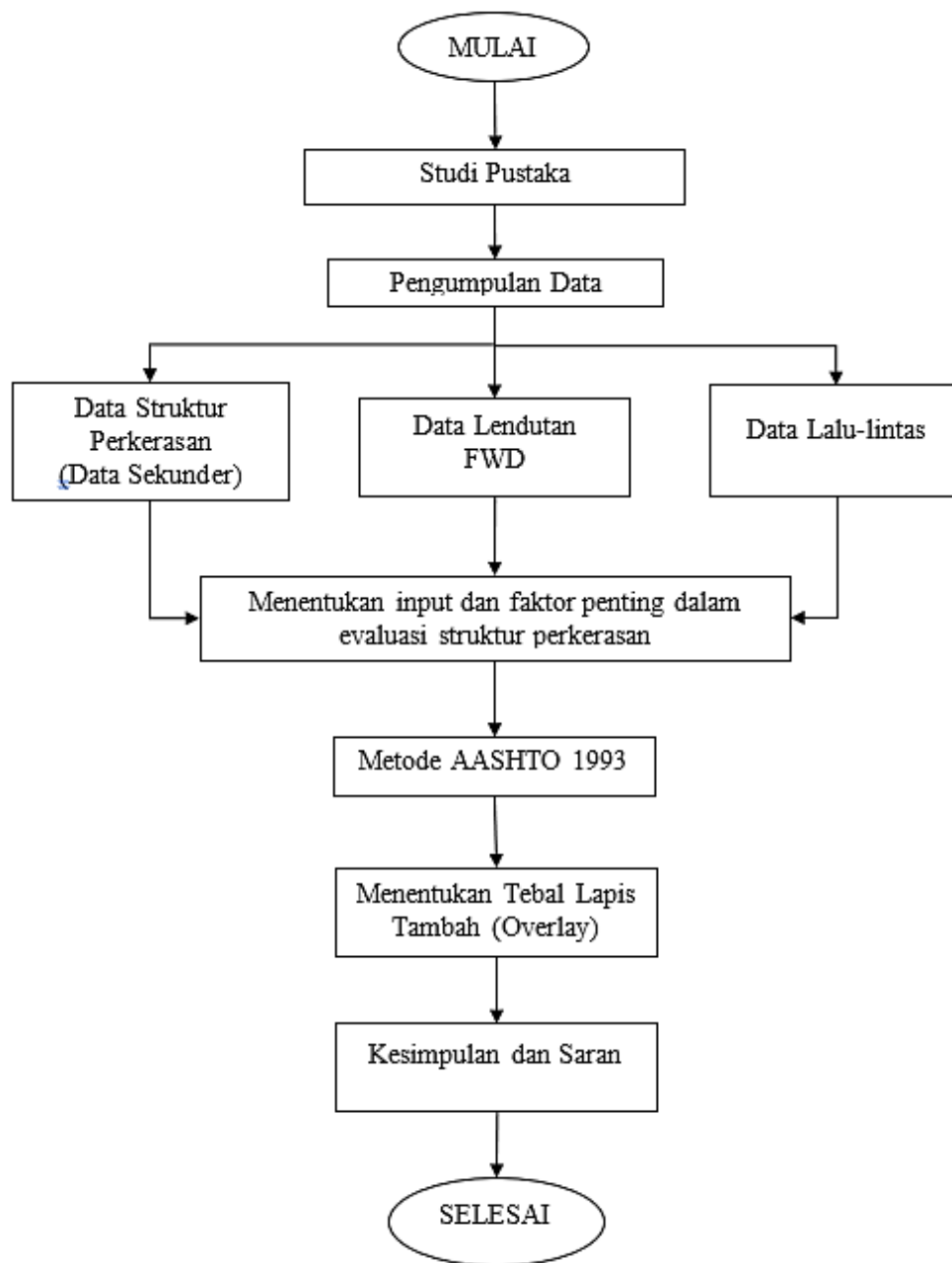
MR = modulus resilient tanah dasar, psi

P = Beban, lbs

d_r = lendutan pada jarak r dari pusat pembebanan, inci

r = jarak dari pusat pembebanan, inci

Jarak minimum pengukuran lendutan untuk estimasi *modulus resilien* tanah dasar adalah : $r > 0.7 ae$



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

$$3. \quad a_e = \sqrt{\left[a^2 + \left(D^3 \sqrt{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2 \right]}$$

Dimana :

- A_e = jari-jari gelembung tegangan pada permukaan batas antara tanah dasar dan struktur perkerasan, inci
 a = jari-jari pelat pembebanan, inci
 D = tebal total lapisan perkerasan di atas tanah dasar, inci
 E_p = modulus efektif seluruh lapisan struktur perkerasan di atas tanah dasar, psi.

4. Modulus efektif perkerasan (E_p)

$$d_0 = 1,5 p a \left[\frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2}} + \left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right\} \right]$$

Dimana :

d_0 = lendutan yang diukur pada pusat pembebanan dan untuk temperatur standar 680F , inci

p = tegangan pada pelat pembebanan, psi

a = jari-jari pelat pembebanan, inci

D = tebal total lapisan perkerasan di atas tanah dasar, inci

E_p = modulus efektif seluruh lapisan perkerasan di atas tanah dasar (psi)

5. Modulus resilien tanah dasar untuk perencanaan

$$M_{Rdesain} = C \frac{0,24 P}{d_r r}$$

Dimana $C = 0.33$

6. Indeks tebal perkerasan efektif $SN_{eff} = 0,0045 D \sqrt[3]{E_p}$

Dimana :

D = tebal total lapisan perkerasan di atas tanah dasar, inci

E_p = modulus efektif seluruh lapisan struktur perkerasan di atas tanah dasar, psi

7. Perhitungan tebal lapis tambah $D_{ol} = \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = \frac{(SN_f - SN_{eff})}{a_{ol}}$

Dimana :

SN_{eff} = SN yang dibutuhkan untuk *overlay*

a_{ol} = koefisien kekuatan relatif

D_{ol} = Tebal lapis tambah inch

SN_f = Struktural *Number* dibutuhkan

SN_{eff} = Struktural *Number* yang ada

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)

Survei lalu lintas dilakukan pada tanggal 25 Juli 2021 pada ruas jalan Lingkar Luar Binjai. Data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Utara, dengan data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai Kalor Bio Etanol Tebu

GOLONGAN	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a1	7a2	7c1
WAKTU	Sepeda Motor / Sepeda	Sedan , Jeep	Kend. Umum / oplet	pick-up	Bus Kecil	Bus Besar	Truck ringan 2 sumbu	Truck Berat 2 sumbu	Truck Ringan 3 sumbu	Truck Sedang 3 sumbu	Trailer 4 sumbu
SENIN	10472	5343	629	1130	110	99	308	649	406	42	66

SELASA	13322	6742	792	1746	76	100	171	535	448	66	65
RABU	12442	6641	1086	1241	150	128	211	356	411	82	93
KAMIS	13877	6341	890	1763	97	105	670	322	333	82	58
JUMAT	14415	6382	902	1618	78	88	151	565	365	50	94
SABTU	12778	4969	891	1576	86	97	397	515	367	69	35
MINGGU	8764	6230	646	1237	83	50	458	569	132	19	36
RATA- RATA	12.296	6.093	834	1.473	97	95	338	502	352	59	64

Dilakukan analisis untuk menentukan nilai Lalulintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) dengan memperhatikan faktor musin sesuai dengan data pada tabel 2 :

$$LHRT_T = LHR_N / P_v$$

selang kepercayaan LHRT dinyatakan dengan persamaan

$$LHRT_T / \left(1 + a \cdot C_v / 100\right) \leq LHRT \leq LHRT_T / \left(1 - a \cdot C_v / 100\right)$$

hasil perhitungan nilai LHRT dapat terlihat pada tabel berikut 3:

Tabel 2. Faktor Minggu, N = 7 x 24 jam

Bulan	Minggu ke 1		Minggu ke 2		Minggu ke 3		Minggu ke 4	
	P	Cv	P	Cv	P	Cv	P	Cv
1	0,826	9,64	0,801	7,14	0,806	6,45	0,807	6,86
2	1,209	19,73	1,166	20,20	1,153	14,48	1,092	13,11
3	0,988	9,14	0,988	7,71	0,953	7,71	0,955	6,98
4	0,970	4,88	0,954	4,42	0,958	4,42	0,976	6,60
5	0,923	6,61	0,930	7,80	0,946	10,96	0,881	8,42
6	1,016	4,96	1,047	3,58	1,064	2,56	1,094	3,40
7	1,197	7,66	1,290	16,64	1,263	13,55	1,154	7,78
8	1,026	5,94	1,043	5,20	0,985	6,94	0,996	8,37
9	1,028	7,90	1,025	8,03	1,023	8,42	1,004	10,76
10	0,942	3,34	0,928	4,28	0,958	3,75	0,979	4,44
11	0,980	3,40	0,972	3,32	0,991	3,62	0,995	4,02
12	0,979	3,94	0,984	2,00	0,978	2,92	0,991	2,69

Survey lalu lintas dilakukan pada tanggal 25 Juli tahun 2021, yaitu bulan 7 dan minggu ke empat diperoleh nilai P = 1,254, Cv = 7,78 sehingga Lalulintas Harian Rata – Rata Tahunan (LHRT) diperoleh sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan LHRT

GOLONGAN	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a1	7a2	7c3
LHR	12296	6093	834	1473	97	95	338	502	352	59	0
LHRT	10655	5280	722	1276	84	83	293	435	305	51	0
< LHRT	9245	4581	627	1108	73	72	254	377	264	44	0
> LHRT	12572	6229	852	1506	99	97	346	513	360	60	0

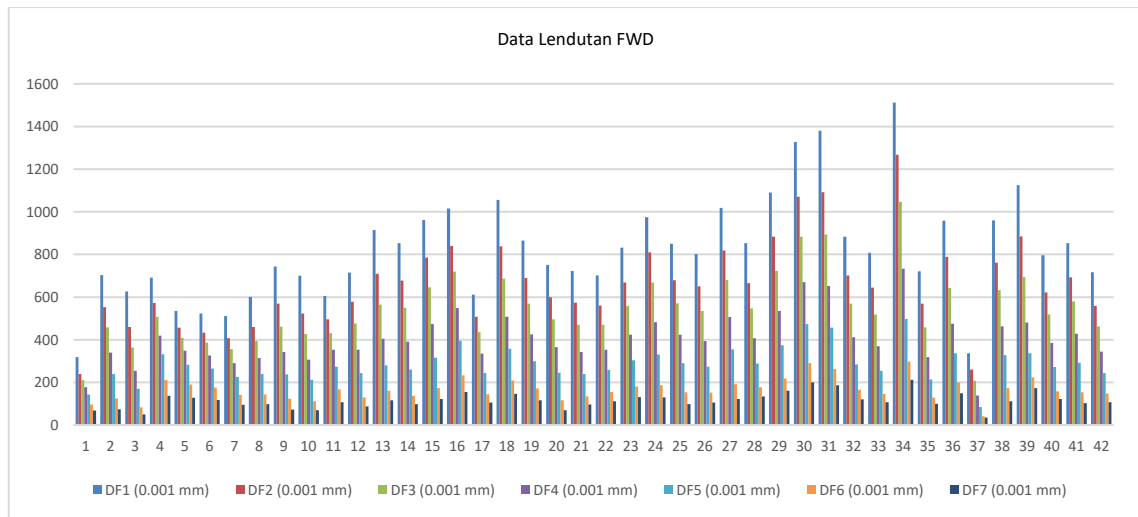
Dari hasil perhitungan LHRT, dapat diperoleh beban lalu lintas untuk kondisi normal yaitu sebesar 4.153.497.

Data Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Lalu – lintas Harian rata-rata tahunan (LHRT) adalah lalu-lintas harian rata-rata yang didapat dari LHR yang disesuaikan dengan faktor musim yang dipengaruhi oleh bulan dan minggu yang memperoleh nilai $P = 1,154$ dan $C_v = 7,78\%$. maka taksiran LHRT adalah:

Data Lendutan

Data lendutan diperoleh dari alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Alat ini dilengkapi dengan piringan beban berdiameter 300 mm, berat beban 4,5 ton/9000 lbs dari tinggi jatuh 315 mm. Jarak antara *deflectometer* di tempatkan antara 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, dan 1800 dari pusat beban. Secara grafis, data lendutan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lendutan FWD D₁-D₇

Perhitungan Tebal Lapis Tambah Berdasarkan Data Lendutan FWD

1. $d_r = 0,01034$ inch
2. $P = 17,732$ lbs
3. $r = 36$ inch
4. $MR = 8.848,26$ Psi
5. $\sigma = 883,03$ Kpa (128,07 Psi)
6. $T = 35^\circ\text{C} = 95^\circ\text{F}$
7. $D = 60/2,5 = 24$ inch
8. $TAF = 0,86$
9. $do \text{ koreksi} = 0,0397 \times 0,86 = 0,0342$ inch
10. $a = 15/2,5 = 6$ inch
11. $E_p = 52.432$ psi
12. $a_e = 44$ inch
13. $C = 0,33$
14. $M_{R \text{ desain}} = C \times M_R = 2.919,93$ psi
15. $0,7 a_e = 44 \times 0,7 = 30,79$ inch

16. $SN_{eff} = 4,04$ cm
17. Koefisien kekuatan relative campuran aspal $a = 0,4$
18. $SN_f = 5,65$
19. Nilai tebal lapis tambah (overlay)(H_L)
20. $H_L = \frac{SN_f - SN_{eff}}{a} = 3,98$ inch ≈ 10 cm

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian studi kasus dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode AASHTO 1993 dapat digunakan pada evaluasi tebal lapis tambah (overlay) pada ruas jalan Lingkar Luar Binjai yang memiliki lalu-lintas harian rata-rata tinggi dengan bantuan data lendutan FWD.
2. Hasil evaluasi tebal lapis tambah perkerasan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993 mendapatkan tebal lapis tambah (overlay) sebesar 9,92 cm untuk jalan Lingkar Luar Binjai. Nilai lendutan rata-rata yang terjadi pada geophone satu sampai tujuh yaitu 0,748 mm; 0,656 mm; 0,545 mm; 0,405 mm; 0,288 mm; 0,173 mm; dan 0,144 mm. nilai lendutan terbesar terjadi pada geophone pertama. Dari nilai lendutan tersebut mendapatkan nilai lendutan wakil sebesar 258,65 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. W. Akhmad Haris Fahrudin Aji, Bmbang Sugeng Subagio, Eri Susanto Hariyadi, "Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013 Studi Kasus: Jalan Nasional Losari - Cirebon," *Jurnal Teknik Sipil ITB*, vol. 22, no. 2, pp. 147–164, 2015.
- [2] D. Rys, J. Judycki, and P. Jaskula, "Determination of Vehicles Load Equivalency Factors for Polish Catalogue of Typical Flexible and Semi-rigid Pavement Structures," *Transportation Research Procedia*, vol. 14, pp. 2382–2391, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.272>.
- [3] A. Dan and P. Everseries, "ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODA AASHTO 1993 DAN PROGRAM EVERSERIES Faisal Gerardo 1 , Bambang Sugeng Subagio 2," pp. 47–54, 2016.
- [4] W. Jiang, D. Yuan, J. Shan, W. Ye, H. Lu, and A. Sha, "Experimental study of the performance of porous ultra-thin asphalt overlay," *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 23, no. 6, pp. 2049–2061, May 2022, doi: [10.1080/10298436.2020.1837826](https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1837826).
- [5] K. Wang, K. Wang, Y. Zhu, Y. Bao, and Z. Fang, "Study of Structural Characteristics of Asphalt Overlays on Airport Pavement with Damaged Load Transfer Efficiency of Joints," *Transp Res Rec*, vol. 2676, no. 4, pp. 27–40, Nov. 2021, doi: [10.1177/03611981211056916](https://doi.org/10.1177/03611981211056916).
- [6] M. Sakhaeifar, A. Banihashemrad, G. Liao, and B. Waller, "Tyre–pavement interaction noise levels related to pavement surface characteristics," *Road Materials and Pavement Design*, vol. 19, no. 5, pp. 1044–1056, Jul. 2018, doi: [10.1080/14680629.2017.1287770](https://doi.org/10.1080/14680629.2017.1287770).
- [7] Y. Zhang, R. Li, and J. Chen, "The Cooperative Control of Subgrade Stiffness on Symmetrical Bridge–Subgrade Transition Section," *Symmetry*, vol. 14, no. 5. 2022. doi: [10.3390/sym14050950](https://doi.org/10.3390/sym14050950).
- [8] D. Rys and P. Jaskula, "Effect of Overloaded Vehicles on Whole Life Cycle Cost of Flexible Pavements BT - Testing and Characterization of Asphalt Materials and

- Pavement Structures,” K. Zhang, R. Xu, and S.-H. Chen, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 104–117.
- [9] A. Kavussi, M. Abbasghorbani, F. Moghadas Nejad, and A. Bamdad Ziksari, “A new method to determine maintenance and repair activities at network-level pavement management using falling weight deflectometer,” *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 23, no. 3, pp. 338–346, Apr. 2017, doi: 10.3846/13923730.2015.1073173.