

# Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Beraspal Dengan Metode Pd T-05-2005 Menggunakan Data Falling Weight Deflectometer (FWD) Ruas Jalan Umu - Paleleh

Rahmat Jaya Alimin<sup>1</sup>, Ahmad Jihad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muslim Indonesia, <sup>2</sup>Universitas Muslim Indonesia

<sup>1</sup>rahmatjaya.alimin@umi.ac.id, <sup>2</sup>ahjijp118@umi.ac.id

## Abstrak

Penurunan kualitas jalan akibat tingginya beban lalu lintas, termasuk beban berlebih (*overloading*), serta pengaruh kondisi lingkungan yang berubah-ubah memerlukan penanganan melalui pemeliharaan jalan. Pemeliharaan berupa rehabilitasi, preventif, hingga rekonstruksi dilakukan agar jalan tetap mampu melayani beban lalu lintas dengan memperhatikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan. Salah satu metode penanganan yang umum digunakan adalah lapis tambah (*overlay*) untuk meningkatkan kapasitas struktur perkerasan yang mengalami kerusakan. Penelitian ini menganalisis tebal lapis tambah pada ruas jalan Umu (Batas Provinsi Gorontalo–Paleleh) berdasarkan data lendutan yang diperoleh menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Tujuan analisis ini adalah menentukan tebal lapis tambah yang optimal agar struktur jalan mampu menahan beban lalu lintas secara aman. Hasil analisis menunjukkan tebal lapis tambah maksimum yang dibutuhkan adalah 11 cm, terdiri atas AC-WC 4 cm dan AC-BC *leveling* min. 7 cm.

**Kata kunci:** Perkerasan Jalan, Lapis Tambah (*Overlay*), *Falling Weight Deflectometer* (FWD), Data Lendutan, Umur Rencana.

## Abstract

*The deterioration of road quality due to high traffic loads, including overloading, as well as the influence of fluctuating environmental conditions, requires proper maintenance treatment. Road maintenance in the form of rehabilitation, preventive maintenance, and reconstruction is carried out to ensure that roads remain capable of accommodating traffic loads while maintaining user comfort and safety. One of the commonly used treatment methods is overlay to improve the capacity of damaged pavement structures. This study analyzes the overlay thickness on the Umu Road section (Gorontalo Provincial Border – Paleleh) based on deflection data obtained using the Falling Weight Deflectometer (FWD). The objective of this analysis is to determine the optimum overlay thickness so that the pavement structure can safely withstand traffic loads. The analysis results indicate that the maximum required overlay thickness is 11 cm, consisting of 4 cm AC-WC and a minimum 7 cm AC-BC leveling layer.*

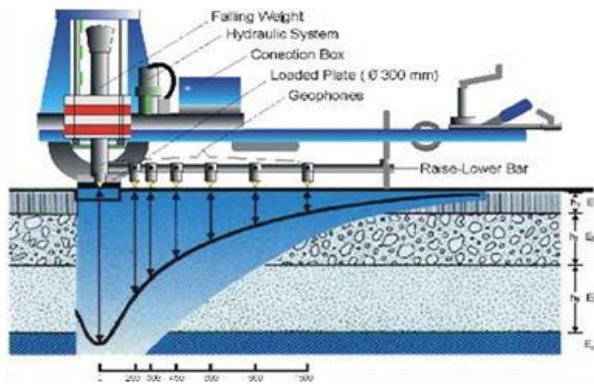
**Keywords:** Road Pavement, Overlay, Falling Weight Deflectometer (FWD), Deflection Data, Design Life.

## I. PENDAHULUAN

Ruas jalan nasional Umu - paleleh di provinsi Sulawesi Tengah menjadi salah satu ruas dengan kategori lalu lintas rendah yang memiliki kondisi geometrik eksisting yang cenderung curam dan berkelok dengan kondisi perkerasan beraspal yang terekspos oleh cuaca baik panas maupun hujan. Kondisi geometrik tersebut menjadi salah satu akibat dari penurunan kualitas perkerasan akibat besarnya tingkat pengereman kendaraan yang berdampak pada menurunnya kualitas dari perkerasan beraspal tersebut. Perkerasan jalan merupakan salah satu infrastruktur transportasi krusial yang terus mengalami penurunan kualitas struktural seiring berjalannya waktu akibat beban lalu lintas yang repetitif dan fluktuasi kondisi lingkungan. Guna mempertahankan kinerja pelayanan dan memastikan keamanan serta kenyamanan bagi para pengguna jalan, evaluasi terhadap kekuatan struktural perkerasan eksisting sangat penting dilakukan sebelum menentukan jenis intervensi atau pemeliharaan yang tepat.

Salah satu metode nondestruktif paling efektif untuk mengevaluasi kapasitas struktural tersebut adalah dengan mengukur nilai lendutan langsung menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Alat canggih ini bekerja secara dinamis dengan cara menjatuhkan beban standar di atas permukaan aspal untuk menyimulasikan beban roda kendaraan yang bergerak, sehingga data respon lendutan yang dihasilkan jauh lebih akurat, realistis, dan mencerminkan kondisi lapangan yang sebenarnya. Selanjutnya, data lendutan mentah yang diperoleh dari pengujian lapangan menggunakan *Falling Weight Deflectometer* (FWD) tersebut dievaluasi dan dianalisis secara komprehensif berdasarkan regulasi nasional yang berlaku di Indonesia, yaitu Pd T-05-2005-B. Pedoman perencanaan dari Direktorat Jenderal Bina Marga ini menetapkan tata cara, kaidah teknis, serta parameter penyesuaian faktor koreksi suhu dan musim guna menghitung kebutuhan tebal lapis tambah (*overlay*) pada rekonstruksi perkerasan lentur. Melalui sinergi antara teknologi pengujian FWD yang presisi tinggi dan penerapan formula analitis dalam standar Pd T-05-2005-B, para insinyur dapat menentukan ketebalan lapis tambah yang paling optimal, aman, serta efisien secara struktural maupun ekonomi demi mengembalikan kapasitas jalan agar mampu menahan beban lalu lintas kumulatif sesuai dengan target umur rencana yang telah ditetapkan sebelumnya. Nilai numerik kekuatan

perkerasan terdiri dari angka 1 sampai dengan tak hingga. Pendekatan berdasarkan lendutan maksimum (D0) digunakan untuk menentukan ketebalan *overlay* yang dapat mencegah terjadinya alur dan perubahan bentuk permanen pada *subbase* dan tanah dasar. Desain berdasarkan lendutan maksimum (D0) tidak dapat digunakan untuk menilai apakah lapis tambah berpotensi mengalami retak Lelah (*fatigue cracking*). Untuk mengakomodir retak Lelah, maka Batasan nilai bentuk mangkuk lendutan (*deflection bowl*) atau lengkung lendutan D0-D200 yang harus diperiksa untuk memastikan bahwa lapis *overlay* mampu menahan retak Lelah. Berikut Adalah proses penyebaran beban pada pengujian *Falling Weight Deflectometer (FWD)*.



Gambar 1. Simulasi pengoperasian alat FWD

Menurut Manual Desain Perkerasan 2 revisi tahun 2017, *overlay* dibagi menjadi 2, *overlay* structural dan *overlay* non structural.

Tabel 1. Tebal *overlay* untuk menurunkan IRI (Non structural)

Nilai IRI rata-rata perkerasan eksisting	Tebal <i>overlay</i> minimum untuk mencapai IRI = 3 setelah <i>Overlay</i>
4	40
5	45
6	50
7	55
8	60

Sumber: Manual Desain Perkerasan Rev.2 2017

Prosedur perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) tentu tidak lepas dari penentuan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan.

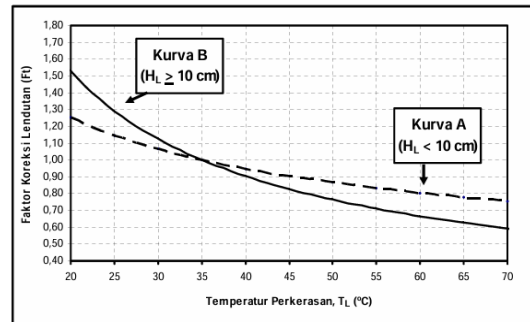
$$CESA = \sum_{\text{Traktor - Trailer}}^{MP} mx365xExCx N$$

CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar  
 m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan  
 365 = jumlah hari dalam 1 tahun  
 E = Ekivalen beban sumbu  
 C = Koefisien distribusi kendaraan  
 N = Faktor hubungan umur rencana dan (i)

Lendutan yang digunakan dalam penentuan tebal lapis tambah dengan data FWD Adalah lendutan maksimum pada pusat beban (dft). Nilai lendutan harus dikorelasi dengan faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji.

$$d_L = d_{f1} \times Ft \times Ca \times FK_{B-FWD}$$

$d_B$  = Lendutan langsung (mm)  
 $d_{f1}$  = Lendutan langsung pusat beban (mm)  
 $F_t$  = Faktor penyesuaian lendutan terh. suhu (30°C)  
 $Ca$  = Faktor Pengaruh muka air tanah (faktor musim)  
 $FK_{B-FWD}$  = Faktor koreksi beban uji FWD



Gambar 2. Faktor Koreksi lendutan terhadap temperatur standar (ft)

Penentuan keseragaman tebal lapis tambah atau pada masing-masing Panjang segmen yang seragam didasarkan pada Panjang seksi jalan yang mempertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK \text{ ijin}$$

FK = Faktor keseragaman  
 FK ijin = Faktor keseragaman yang di izinkan  
 = 0% - 10% : keseragaman sangat baik  
 = 11% - 20% : keseragaman baik  
 = 21% - 30% : keseragaman cukup baik  
 $d_R$  = Lendutan Rata-rata pada suatu seksi jalan  
 S = Standar deviasi = simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{n_s \left( \sum_{i=1}^{n_s} d^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^{n_s} d \right)^2}{n_s (n_s - 1)}}$$

d = Nilai lendutan balik( $d_B$ ) atau lendutan langsung ( $d_L$ ) tiap titik pemeriksaan suatu seksi jalan.  
 $N_s$  = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

## II. METODELOGI

Prosedur perhitungan tebal lapis tambah sesuai dengan pedoman metode Pd T-05-2005, adalah sebagai berikut:

- Menghitung repetisi beban lalu lintas rencana (CESA) dan ESA berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata dan nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) sesuai dengan Lokasi pengamatan.
- Data hasil pengujian lendutan menggunakan alat FWD dilakukan analisis dan perhitungan dengan beberapa factor koreksi diantaranya factor koreksi musin (Ca), factor koreksi temperature (Ft) serta factor beban uji ( $FK_{B-FWD}$ )

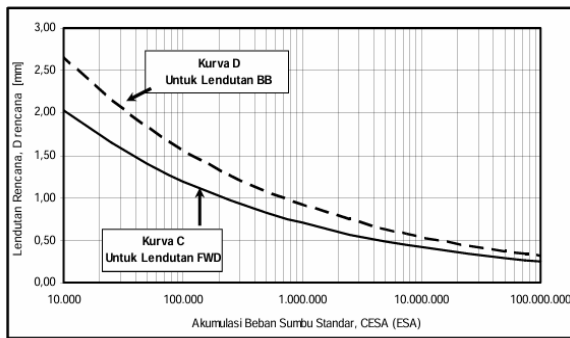
- c. Setelah hasil didapatkan, dilakukan penyaringan untuk mendapatkan Panjang seksi yang memiliki keseragaman (FK) yang sesuai dengan Tingkat keseragaman yang diinginkan.
- d. Setelah keseragaman data didapatkan, maka dilanjutkan dengan perhitungan Lendutan wakil ( $D_{\text{wakil}}$ ) untuk masing masing seksi jalan yang tergantung pada kelas jalan tersebut.
- e. Hitung lendutan rencana/ijin ( $D_{\text{rencana}}$ ) dengan menggunakan rumus untuk lendutan dengan alat FWD ( $D_{\text{rencana}} = 17,004 \times \text{CESA}^{-0.2307}$ )
- f. Menghitung tebal lapis tambah/overlay ( $H_o$ ) dengan menggunakan rumus berikut:

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{stl ov}})]}{0,0597}$$

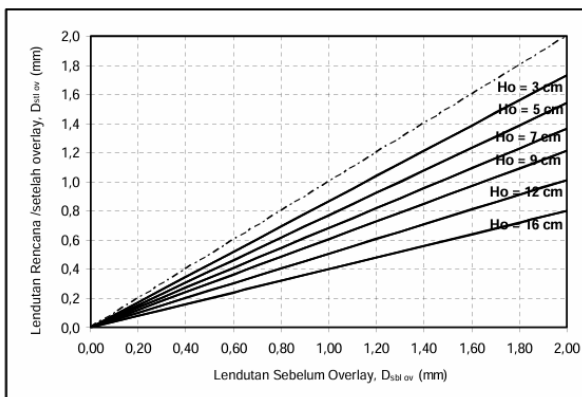
- $H_o$  = Tebal lapis tambah sebelum koreksi temperatur
- $D_{\text{sbl ov}}$  = Lendutan sebelum lapis tambah/ $D_{\text{wakil}}$  (mm)
- $D_{\text{stl ov}}$  = Lendutan setelah lapis tambah/ $D_{\text{wakil}}$
- $Ca$  = Faktor Pengaruh muka air tanah (faktor musim)

- g. Menghitung koreksi tebal lapis tambah/Overlay terkoreksi menggunakan rumus  $H_t = H_o \times F_o$

- $H_t$  = Tebal lapis tambah setelah koreksi temperatur
- $H_o$  = Lendutan sebelum lapis tambah/ $D_{\text{wakil}}$  (mm)
- $F_o$  = Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay



Gambar 3. Hubungan antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas



Gambar 4. Tebal Lapis Tambah /Overlay ( $H_o$ )

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data sekunder berupa data lalu lintas harian rata-rata yang didapatkan dari paket Survey Kondisi Jalan dan Jembatan Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Tengah didapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata sesuai tabel 2 berikut :

Tabel 2. Tabel Data Lalu Lintas Harian Rata-rata

Tahun	LHRT
Sepeda Motor	5434
Sedan, jeep	242
Pickup	264
Bus Kecil	2
Bus Besar	2
Truk 2 sumbu ringan	6
Truk 2 sumbu sedang	88
Truk 3 sumbu sedang	5

CESA 4 dan CESA 5 dengan pertumbuhan lalu lintas 3.50 % Adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Perhitungan CESA Berdasarkan Lalu Lintas Harian

Tahun	CESA 4	CESA 5
5	97,841.47	97,583.99
10	195,782.31	195,267.09
15	312,105.29	311,283.96
20	450,260.51	449,075.62

Adapun tebal overlay yang dibutuhkan untuk menurunkan nilai IRI eksisting rata-rata pada Lokasi pengamatan Adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel Kebutuhan Tebal Overlay untuk menurunkan Nilai IRI (nonstructural)

Sta.	IRI	Tebal (mm)	
22+900	23+100	9.60	60
23+100	23+700	7.30	55
23+700	26+800	9.30	60
26+800	27+500	6.50	55

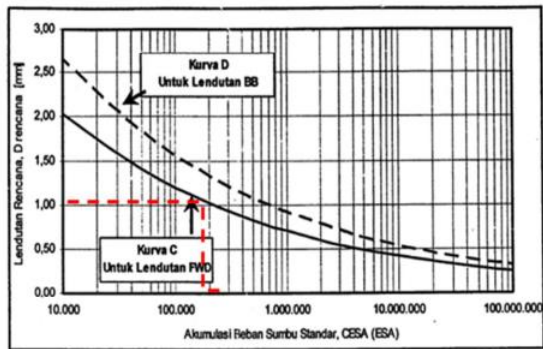
Adapun hasil pengukuran lendutan maksimum ( $D_0$ ) hasil keseragaman data (FK) berdasarkan pengujian lendutan menggunakan alat FWD adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel Hasil Perhitungan Lendutan Maksimum

Sta.	$D_0$	
22+900	23+100	1.96
23+100	23+700	1.81
23+700	26+800	1.86
26+800	27+500	1.08

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2017 dan PdT-25-2005, penentuan tebal penanganan overlay pada penanganan rehabilitasi jalan digunakan nilai CESA 4 umur rencana 10 tahun sesuai dengan nilai pada tabel 2 adalah 195,782.31 juta. Perhitungan Lendutan Rencana / ijin ( $D_{\text{rencana}}$ ) adalah

$$D_{\text{rencana}} = 17,004 \times \text{CESA}^{-0.2307} = 1.0227 \text{ mm}$$



Gambar 4 Hubungan antara lendutan rencana dan lalu-lintas

Dari grafik hubungan antara lendutan maksimum dan lalu lintas CESA 4 umur rencana 10 tahun diatas juga, didapatkan nilai D rencana setelah overlay Adalah **1.0227 mm**.

Selanjutnya dilakukan perhitungan tebal lapis tambah (H<sub>0</sub>) berdasarkan data lendutan maksimum sebelum *overlay* dan lendutan rencana setelah *overlay*.

$$H_0 = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{sbl\ ov}) - \text{Ln}(D_{stl\ ov})]}{0,0597}$$

Tabel 6. Tabel Hasil Perhitungan Tebal Lapis Tambah (H<sub>0</sub>)

Sta.		H <sub>0</sub> (Cm)
22+900	23+100	11.49
23+100	23+700	10.14
23+700	26+800	10.60
26+800	27+500	1.56

Menghitung factor koreksi tebal lapis tambah (F<sub>0</sub>) yang telah didapatkan dari D<sub>sbl ov</sub> dan D<sub>stl ov</sub> menggunakan persamaan berikut:

$$F_0 = 0.5032 \times \text{EXP}^{(0.0194 \times \text{TPRT})} = 1.00$$

Atau dapat menggunakan tabel faktor koreksi tebal lapis tambah FK<sub>tebal</sub>.

Jenis Lapisan	Modulus Resilien, M <sub>R</sub> (MPa)	Stabilitas Marshall (kg)	FK <sub>TBL</sub>
Laston Modifikasi	3000	min. 1000	0,85
Laston	2000	min. 800	1,00
Laston	1000	min. 800	1,23

Selanjutnya dilakukan perhitungan Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (H<sub>t</sub>), yang hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Tabel Hasil Perhitungan Tebal Lapis Tambah terkoreksi (H<sub>t</sub>)

Sta.		H <sub>t</sub> (Cm)
22+900	23+100	<b>11.0</b>
23+100	23+700	<b>10.0</b>
23+700	26+800	<b>11.0</b>
26+800	27+500	<b>2.0</b>

Dari data hasil perhitungan kebutuhan tebal lapis tambah (*overlay*) nonstructural berdasarkan nilai IRI jalan eksisting dan juga perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan

metode PdT-05-2005, terdapat perbedaan yang cukup signifikan dan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi berikut:

Tabel 8. Tabel Rekapitulasi hasil perhitungan

Sta.		Tebal Overlay (IRI) (cm)	Tebal Overlay H <sub>t</sub> (Cm)
22+900	23+100	6.0	11.0
23+100	23+700	5.5	10.0
23+700	26+800	6.0	11.0
26+800	27+500	5.5	2.0

#### IV. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan dari hasil pembahasan diatas bahwa tebal lapis tambah (*overlay*) yang dibutuhkan berdasarkan nilai IRI cenderung lebih kecil pada lokasi pengamatan karena hanya terbatas pada nilai IRI terbesar sesuai tabel 1 adalah 8 dengan kebutuhan lebar lapis lambah (*overlay*) Adalah 6 cm. sementara Ketika dilihat dari data hasil pengukuran lendutan menggunakan alat *falling weight deflectometer* (FWD), nilai lendutan maksimum pada pusat beban yang didapatkan cenderung lebih besar akibat modulus elastisitas perkerasan beraspal yang sudah mulai berkurang dan kerusakan pada lapis perkerasan beraspal akibat cuaca dan beban lalu lintas. Dari hasil perhitungan disimpulkan tebal lapis tambah yang di gunakan Adalah sebagai berikut :

Sta.		Tebal Overlay (cm)	Jenis Perkerasan Beraspal
22+900	23+100	11.0	Laston Lapis Aus AC-WC = 4 cm dan Laston Lapis Antara AC-BC Leveling min.= 7 cm
23+100	23+700	10.0	Laston Lapis Aus AC-WC = 4 cm dan Laston Lapis Antara AC-BC Leveling min. = 6 cm
23+700	26+800	11.0	Laston Lapis Aus AC-WC = 4 cm dan Laston Lapis Antara AC-BC Leveling min.= 7 cm
26+800	27+500	6.0	Laston Lapis Aus AC-WC Leveling min.= 6 cm

#### REFERENSI

- [1] S. Novita, A. Fadhilah, A. F. Darman, and Z. Arifin, "Pengembangan Model Pembelajaran Mata Kuliah Airfield Lighting System di Lingkungan Politeknik Penerbangan Makassar," pp. 24–33, 2024.
- [2] Alimin, R. J., Said, L. B., & Alifuddin, A. (2023). Sultan Hasanuddin Airport Taxiway Rigid Pavement ACN and PCN Analysis with COMFAA 3.0 and ELMOD. International Journal of Engineering and Science Applications, 63-69.

- [3] Alimin, R. J., Agisaqma, L., & Halim, Z. A. (2024). Perencanaan Perkerasan Landasan Pacu Menggunakan Software COMFAA 3.0 Pada Bandar Udara Baru Douw Aturure Nabire. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Konstruksi (MAJJAMA)*, 2(2), 98-102.
- [4] Alimin, R. J., Kadir, H., & Jihad, A. (2026). Analisis Tingkat Kerusakan Jalan dan Penanganannya Menggunakan Metode Surface Distress Index (SDI): Studi Kasus Ruas Jalan Oransbari-Ransiki Kab. Monokwari Selatan. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 11(1), 71-82.
- [5] Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). Manual desain perkerasan jalan (Revisi 2) (No. 04/SE/Db/2017). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan (Pd T-05-2005-B). Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [7] Mahyuddin, M., Shalihah, F. F., Alimin, R. J., Kaharu, A., Sarif, S., Basri, M. S., ... & Hajerah, H. (2025). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Yayasan Kita Menulis.
- [8] Jihad, A., Kasim, M. R., & BB, M. M. (2023). Analisis Tingkat Kerusakan Flexible Pavement dengan Menggunakan Metode Surface Distress Index (SDI) dalam Penentuan Penanganan Jalan. *J Cahaya Mandalika*, 3, 1825-31.