

ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (*OVERLAY*) DAN PELEBARAN PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN RAYA DAMPIT-LUMAJANG STA (26+000 – 37+000) MENGGUNAKAN METODE MDPJ 2024 BINA MARGA

Muhammad Khoirur Rozikin¹, Azizah Rokhmawati² dan Anang Bakhtiar³

¹ Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 21901051188@unisma.ac.id

² Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: anang.bakhtiar@unisma.ac.id

ABSTRACT

The Dampit–Lumajang Road is a national highway connecting Malang Regency and Lumajang Regency, with a relatively high daily traffic volume. In the STA 26+000 to 37+000 segment, approximately 11 kilometers in length, pavement damage has been identified due to heavy traffic loads, particularly from overloaded vehicles. This study aims to analyze the required overlay thickness, the structural design for road widening, and the estimated construction cost using the MDPJ 2024 method issued by Bina Marga. The method utilizes deflection data obtained from Falling Weight Deflectometer (FWD) testing and cumulative axle load calculations (CESA) to determine the overlay thickness. The structural design of the widened section is based on the design life, cumulative axle load (CESA), and the subgrade's California Bearing Ratio (CBR) value. The analysis results indicate that the required overlay thickness is 10 cm, with CESA4 of 7,740,598.203 ESAL and CESA5 of 8,146,652.826 ESAL. The final structure of the road widening consists of 150 mm of aggregate class C fill, 150 mm of class B subbase, 200 mm of class A base, 80 mm of lower AC-BC, 75 mm of upper AC-BC, and 40 mm of AC-WC surface course, resulting in a total thickness of 695 mm. The estimated total construction cost based on the RAB calculation is IDR 47,733,042,714.

Keywords: CBR, Flexible Pavement, MDPJ 2024, Overlay, RAB

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan amat diperlukan bagi masyarakat untuk mendukung aktivitas sehari-hari yang memungkinkan manusia berpindah dari satu wilayah ke wilayah lainnya dengan lebih mudah dan cepat [7]. Infrastruktur jalan berperan penting dalam membangun sistem struktural yang menjamin stabilitas ekonomi dan berfungsi sebagai fasilitas agar perekonomian dapat berjalan dengan efisien [6]. Namun, tingginya volume kendaraan, seringkali menyebabkan menurunnya tingkat pelayanan jalan akibat kerusakan perkerasan [1],[9].

Kerusakan jalan berdampak pada meningkatnya biaya operasional kendaraan, ketidaknyamanan pengguna jalan, resiko

kecelakaan, serta terganggunya aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat [10]. Perkerasan yang mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana turut meningkatkan beban anggaran pemerintah karena perlunya pemeliharaan berulang [5]. Oleh karena itu, pengembangan dan perencanaan jalan harus disesuaikan dengan kondisi lalu lintas dan kebutuhan pelayanan agar tetap optimal dan berkelanjutan [8].

Ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang merupakan bagian jaringan jalan nasional dengan lalu lintas harian cukup tinggi, khususnya pada STA 26+000 hingga STA 37+000 yang mengalami kerusakan seperti retak, aus, dan pengelupasan akibat kendaraan berat yang melebihi beban sumbu maksimum. Untuk

menjaga fungsi pelayanan jalan, diperlukan rehabilitasi melalui penambahan lapis perkerasan (*overlay*) dan pelebaran. Metode MDPJ 2024 dari Bina Marga digunakan sebagai pendekatan mekanistik-empiris yang mempertimbangkan lendutan hasil uji FWD dan estimasi beban sumbu kumulatif serta data cbr tanah dasar. Penelitian ini bertujuan menganalisis tebal *overlay* dan struktur pelebaran jalan serta Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000- STA 37+000) menggunakan metode MDPJ 2024.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa nilai CESA4 dan CESA5 selama umur rencana 20 tahun pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000)?
2. Berapa nilai lendutan maksimum dan lengkung lendutan pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) berdasarkan hasil pengujian FWD?
3. Berapa tebal *overlay* dan pelebaran pada perkerasan lentur Jalan Raya Dampit-Lumajang STA (26+000 – 37+000) dengan metode MDPJ 2024?
4. Berapa nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) *overlay* dan pelebaran pada Jalan Raya Dampit – Lumajang STA (26+000 – 37+000)?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menghitung nilai beban sumbu standar kumulatif (CESA4 dan CESA5) selama umur rencana 20 tahun pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000– 37+000).
2. Menghitung nilai lendutan maksimum dan lengkung lendutan berdasarkan hasil pengujian FWD pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000– 37+000).
3. Menentukan tebal *overlay* dan pelebaran pada perkerasan lentur menggunakan metode MDPJ tahun 2024 pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000–37+000).
4. Menghitung Rencana Anggaran Biaya

(RAB) untuk pelaksanaan *overlay* dan pelebaran pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000– 37+000).

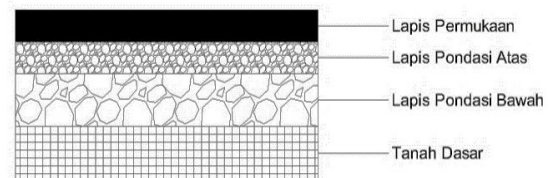
1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian ini terbatas pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA 26+000 hingga 37+000 sepanjang ± 11 km.
2. Menggunakan Metode MDPJ 2024 tanpa perbandingan dengan metode lain.
3. Perhitungan RAB didasarkan pada HSPK Kabupaten Lumajang 2024 tanpa mempertimbangkan perubahan harga material atau upah di tahun-tahun berikutnya.
4. Tidak mencakup perencanaan drainase karena pada lokasi penelitian sistem drainase telah tersedia dan berfungsi dengan baik.
5. Menggunakan asumsi pertumbuhan lalu lintas sesuai pedoman akibat keterbatasan data sekunder.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Fleksibel (lentur)

Perkerasan fleksibel merupakan jenis struktur perkerasan yang memanfaatkan material aspal sebagai elemen pengikat utama, yang berfungsi untuk menyebarkan beban lalu lintas secara bertahap dari lapisan atas hingga mencapai tanah dasar. Jenis perkerasan ini bersifat fleksibel, mampu mengalami deformasi sementara saat menerima beban, kemudian kembali ke bentuk semula [4];[3].



Gambar 1. Struktur Perkerasan Lentur

2.2. Lapis Tambah (*Overlay*) dan Pelebaran

Lapis tambah (*overlay*) adalah lapisan perkerasan tambahan yang dibangun di atas perkerasan lama yang tidak lagi memenuhi standar pelayanan, dengan tujuan memperkuat struktur agar mampu menahan beban lalu

lintas masa mendatang (Pd T-05-2005-B).

Sedangkan pelebaran jalan adalah pekerjaan kontruksi yang dilakukan dengan cara menambah lebar perkerasan eksisting dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas jalan, menambah jumlah lajur, memperbaiki tingkat pelayanan, atau menyesuaikan dimensi geometrik jalan dengan standar yang berlaku.

Kerusakan perkerasan umumnya disebabkan oleh, keberadaan air, fluktuasi suhu dan kondisi cuaca, variasi temperatur udara, jenis dan kualitas material konstruksi perkerasan, kestabilan tanah dasar, tingkat keberhasilan proses pemadatan, beban kendaraan berat yang melebihi kapasitas desain (*overload*), serta peningkatan volume lalu lintas kendaraan dari waktu ke waktu, sehingga perlu dilakukan *overlay* dan pelebaran untuk mencegah kerusakan struktural lebih lanjut.

2.3. Metode MDPJ 2024 Bina Marga

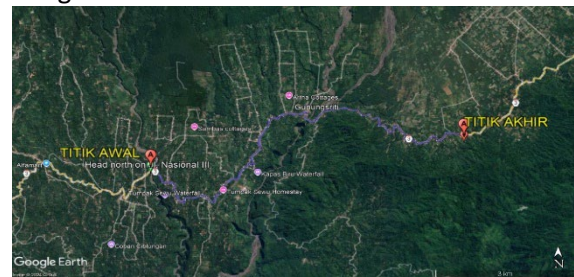
Merupakan pedoman teknis terkini yang disusun dan diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga sebagai acuan utama dalam perencanaan dan evaluasi struktur perkerasan jalan di wilayah Indonesia. Dalam perencanaan *overlay* dan pelebaran jalan, MDPJ 2024 memberikan langkah sistematis mulai dari analisis lalu lintas dan pengukuran lendutan untuk mengetahui tebal *overlay* berlandaskan parameter IRI, lendutan maksimum/karakteristik (D0), dan lengkung lendutan (D0–D200), serta menetapkan struktur pelebaran yang setara terhadap lajur eksisting berdasarkan Bagan Desain 3A sesuai nilai CESA, umur rencana, dan CBR tanah dasar, dengan dapat dilakukan penyesuaian melalui Bagan Desain 3B apabila kondisi tanah dasar memiliki CBR rendah, guna menjamin kesetaraan daya dukung dan deformasi antar lajur sehingga tidak terjadi perbedaan kinerja pada masa layanan.

3. METODE PENELITIAN

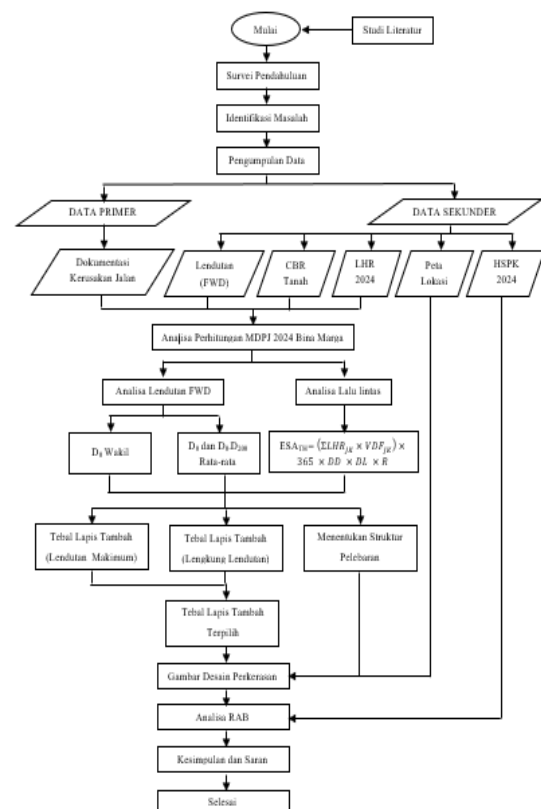
Penelitian dilakukan pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang pada STA 26+000 hingga 37+000, mulai dari gapura perbatasan Kabupaten Malang dan Lumajang hingga Kantor Desa Sumberurip, dengan panjang ruas

jalan 11 km. Proses perencanaan *overlay* dan pelebaran mengacu pada tahapan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2024.

Data yang digunakan meliputi data primer berupa kondisi kerusakan jalan yang didapat dari hasil survei lokasi dan data sekunder terdiri dari data LHR, CBR tanah dasar, lendutan FWD, data IRI, peta lokasi, dan HSPK Lumajang 2024. Adapun data umum perencanaan meliputi jenis perkerasan lama berupa perkerasan lentur tipe arteri primer dengan lebar jalan esisting 7 m, sedangkan perencanaan *overlay* dan pelebaran dirancang dengan lebar total 10 m dan panjang 11 km dengan umur rencana 20 tahun.



Gambar 2. Lokasi Jalan Raya Dampit-Lumajang STA (26+000 – 37+000)



Gambar 3. Flowchart Penelitian

4. PEMBAHASAN

4.1. Analisa Lalu Lintas

Pada tahap analisis lalu lintas, dilakukan perhitungan volume lalu lintas harian, faktor pertumbuhan, distribusi beban sumbu kendaraan, dan beban sumbu standar kumulatif (CESA) selama umur rencana, dengan seluruh parameter dianalisis mengacu pada pedoman perencanaan dalam metode MDPJ 2024.

4.1.1. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan kumulatif yang ditentukan berdasarkan tingkat laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) digunakan sebagai parameter utama dalam proyeksi volume lalu lintas selama periode umur rencana jalan. Untuk wilayah Jawa, nilai laju pertumbuhan lalu lintas yang digunakan adalah sebesar 4,80% per tahun, dengan umur rencana (UR) jalan ditetapkan selama 20 tahun.

Berdasarkan pedoman teknis yang tercantum dalam dokumen Bina Marga tahun 2024, periode beban normal akibat muatan sumbu terberat (MST) sebesar 12 ton diperkirakan akan mulai terjadi pada tahun ketiga setelah pekerjaan *overlay* dan pelebaran jalan mulai beroperasi.

Dalam penelitian ini, perlu diperhatikan bahwa data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang digunakan didapatkan melalui survei di tahun 2024, sementara tahun awal beroperasinya lalu lintas pada ruas jalan yang dikaji dimulai pada tahun 2025. Oleh karena itu, Perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas dilakukan dalam dua periode. Pertama, untuk periode 2025–2027 (tiga tahun awal), faktor pertumbuhan dihitung menggunakan rumus:

$$R_{(2025-2027)} = \frac{(1+(0,01 \times i))^{UR-1}}{0,01 \times i} \tag{1a}$$
$$= \frac{(1+(0,01 \times 0,0480))^{3-1}}{0,01 \times 0,0480} = 3,00$$

Kedua, untuk periode 2028–2044 (tujuh belas tahun berikutnya setelah MST terkendali):

$$R_{(2028-2034)} = \frac{(1+(0,01 \times i))^{UR-1}}{0,01 \times i} \tag{1b}$$
$$= \frac{(1+(0,01 \times 0,0480))^{17-1}}{0,01 \times 0,0480} = 17,06$$

4.1.2. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Perhitungan beban lalu lintas pada lajur yang direncanakan dinyatakan dalam satuan kumulatif beban gandar standar (*Equivalent*

Standard Axle Load atau ESA), dengan mempertimbangkan dua komponen utama, yaitu faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL). Faktor distribusi arah (DD) berfungsi untuk membagi volume lalu lintas ke masing-masing arah perjalanan dan pada umumnya diasumsikan sebesar 0,50, yang berarti distribusi lalu lintas dianggap seimbang ke dua arah. Namun demikian, nilai DD secara teoritis dapat bervariasi dalam rentang antara 0,30 hingga 0,70, tergantung pada kondisi lapangan dan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan tertentu.

Sementara itu, faktor distribusi lajur (DL) digunakan untuk memperhitungkan konsentrasi beban kendaraan niaga pada satu atau lebih lajur dalam arah yang sama. Nilai DL ditetapkan sesuai jumlah total lajur yang tersedia dalam satu arah perjalanan. Untuk ruas jalan dengan konfigurasi dua lajur dua arah tanpa pemisah jalur, seperti pada Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000), maka digunakan nilai DL = 1,00, sesuai pedoman dalam MDPJ 2024 Bina Marga.

4.1.3. Faktor Ekuivalen Beban (VDF)

VDF digunakan untuk mengonversi jumlah kendaraan menjadi beban ekuivalen sumbu standar (ESA), sesuai dengan pengaruh kerusakan yang ditimbulkan oleh masing-masing kelas kendaraan. Nilai VDF diperoleh berdasarkan data dari Manual Desain Perkerasan Jalan (Bina Marga, 2024), sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. VDF Masing-masing Jenis Kendaraan

Kelas Kendaraan	Kondisi			
	VDF 4		VDF 5	
	Faktual	Normal	Faktual	Normal
Gol 5B	1,2	1,2	1,3	1,3
Gol 6A	0,5	0,5	0,4	0,4
Gol 6B	1,7	0,6	2,1	0,5
Gol 7A2	14,6	4,8	27,9	6,5

Sumber: MDPJ 2024 Bina Marga

4.1.4. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama 20 tahun,

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan CESA

Golongan Kendaraan	LHR			VDF4		VDF5		DD	DL	R		CESA4		CESA5	
	2024	2025	2027	Faktual	Normal	Faktual	Normal			(3 tahun) 2025-2027	(17 tahun) 2028-2034	Faktual 2025-2027	Normal 2028-2044	Beban Faktual 2025-2027	Beban Normal 2028-2044
5B	127	133	153	1,2	1,2	1,3	1,3	0,5	1,00	3,00	17,06	87.444,072	546.148,457	94.731,078	591.660,828
6A	318	333	366	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	1,00	3,00	17,06	91.231,02	569.800,555	72.984,816	455.840,444
6B	2.631	2.757	3.028	1,7	0,6	2,1	0,5	0,5	1,00	3,00	17,06	1.590.919,806	3.506.961,151	1.965.253,878	2.922.467,626
7A2	52	54	60	14,6	4,8	27,9	6,5	0,5	1,00	3,00	17,06	453.613,78	894.479,362	832.440,02	1.211.274,136
												2.223.208,678	5.517.389,525	2.965.409,792	5.181.243,034
												7.740.598,203		8.146.652,826	
												7,740598203 x 10 ⁶		8,146652826 x 10 ⁶	
												CESA4		CESA5	

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

yang hitung menggunakan rumus seperti berikut.

$$CESA = (LHR_{2024} \times (1 + \frac{i}{100})^n \times VDF_{faktual/normal}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2a)$$

Dalam penelitian, nilai CESA dihitung berdasarkan dua periode yaitu Periode faktual (2025–2027), ketika MST belum terkendali (R = 3,00) dan Periode normal (2028–2044), ketika MST mulai diberlakukan (R = 17,06). Diatas adalah tabel rekapitulasi perhitungan CESA.

4.2 Desain Tebal Lapis Tambah (overlay)

4.2.1. Tebal Overlay Non-struktural

Berdasarkan hasil pengukuran pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA 26+000–37+000, diperoleh nilai IRI rata-rata sebesar 5 m/km. Mengacu pada pedoman MDPJ (2024) Bina Marga, untuk menurunkan nilai IRI dari 5 m/km menjadi standar minimal 3 m/km, diperlukan lapis tambah non-struktural setebal 45 mm agar nilai IRI memenuhi standar yang ditetapkan oleh MDPJ (2024) Bina Marga.

4.2.2. Faktor Keseragaman Data

Uji keseragaman data dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$s = \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s - 1)}} \quad (3a)$$

$$s = \sqrt{\frac{56(\sum_1^{56} 17.014,7^2) - (\sum_1^{56} 28.661,00)^2}{56(56 - 1)}}$$

$$s = 125.181,37$$

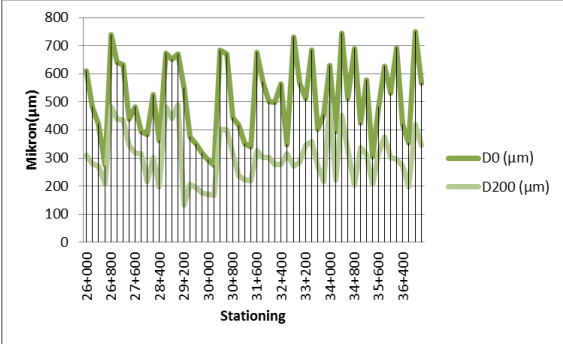
$$d_R = \sum_{\frac{1}{n_s}}^{n_s} d \quad (3b)$$

$$d_R \equiv \sum_{\frac{1}{56}}^{56} 28.661,00 = 1.633.677$$

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK \text{ ijin} \quad (3c)$$

$$FK = \frac{125.181,37}{1.633.677} \times 100\% = 7,66\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai FK sebesar 7,66%. Nilai ini memenuhi kriteria keseragaman data lendutan yang sangat baik (7,66% ≤ FKijin = 10%), sehingga dapat digunakan dalam analisis dan perhitungan tebal lapis tambah (overlay).



Gambar 4. Grafik Data Lendutan Seragam.

4.2.3. Lendutan Terkoreksi Musim

Pengujian lendutan FWD pada Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000) dilakukan pada musim kemarau, sehingga diperlukan penerapan faktor koreksi musim sebesar 1,2 sesuai dengan pedoman dalam MDPJ 2024 Bina Marga. Sebagai contoh, rumus dan perhitungan akan dijelaskan sebagai berikut, yang dilakukan pada STA (26+000), di bawah ini.

$$D_0 \text{ terkoreksi musim} = D_0 \times 1,2 \quad (4a)$$

$$D_{200} \text{ terkoreksi musim} = D_{200} \times 1,2 \quad (4b)$$

1. STA (26+000)

- a. D_0 terkoreksi musim = $D_0 \times 1,2$
 $= 609,8 \times 1,2$
 $= 731,76 \mu\text{m}$
- b. D_{200} terkoreksi musim = $D_{200} \times 1,2$
 $= 310,8 \times 1,2$
 $= 372,96 \mu\text{m}$

Perhitungan serupa dilakukan secara konsisten untuk seluruh titik pengamatan (STA) pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000).

4.2.3. Lendutan Terkoreksi Beban Normal

Deviasi sering terjadi pada nilai beban aktual meskipun alat FWD disetel pada beban standar 40 kN. Oleh karena itu, setelah koreksi lendutan terhadap faktor musim, diperlukan koreksi tambahan terhadap beban normal agar lendutan dinormalkan pada beban 40 kN. Rumus koreksi beban normal dan contoh koreksi pada titik pengamatan dinyatakan sebagai berikut:

$$D_{\text{normal}} = \frac{40}{\text{beban faktual}} D_{\text{terkoreksi musim}} \quad (5a)$$

1. STA (26+000)

- a. D_0 normal
 $= \frac{40}{\text{beban tercatan}} D_0 \text{ terkoreksi musim}$
 $= \frac{40}{42,91} 731,76$
 $= 682,13 \mu\text{m}$
- b. D_{200} terkoreksi musim
 $= \frac{40}{\text{beban tercatan}} D_{200} \text{ terkoreksi musim}$
 $= \frac{40}{42,91} 372,96$
 $= 347,66 \mu\text{m}$

Perhitungan serupa dilakukan secara konsisten untuk seluruh titik pengamatan (STA) pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000).

4.2.4. Lengkung Lendutan

Analisis lengkung lendutan (*curvature function*/CF) digunakan untuk mengevaluasi potensi retak leleh pada jalan dengan lalu lintas desain melebihi 100.000 ESA4. CF menggambarkan seberapa cepat penurunan lendutan terjadi dari pusat beban ke titik tertentu (biasanya pada 200 mm dari pusat), sehingga dapat mencerminkan kerusakan struktural bagian atas perkerasan. Perhitungan CF dilakukan menggunakan nilai lendutan yang telah dikoreksi terhadap musim dan dinormalkan ke beban standar 40 kN, dengan

rumus dan contoh perhitungan pada titik pengamatan dinyatakan sebagai berikut:

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

1. STA (26+000)

$$\begin{aligned} Cf &= D_0 \text{ normal} - D_{200} \\ &= 682,13 - 347,66 \\ &= 334,47 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Perhitungan serupa dilakukan secara konsisten untuk seluruh titik pengamatan (STA) pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000).

4.2.5. Lendutan Terkoreksi Temperatur

Nilai lendutan hasil uji FWD juga dipengaruhi oleh temperatur saat pengukuran. Oleh karena itu, koreksi terhadap temperatur dilakukan menggunakan rumus dan contoh perhitungan pada titik pengamatan dinyatakan sebagai berikut:

$$f_T = \frac{WMAPT}{T_{\text{pengukuran}}} \quad (7a)$$

Dengan WMAPT (*Weighted Mean Annual Pavement Temperature*) sebesar 41°C dan temperatur saat pengukuran sebesar 31,7°C, diperoleh:

$$f_T = \frac{41}{31,7} = 1,29$$

Berdasarkan pedoman MDPJ 2024 Bina Marga, dengan nilai rasio $\frac{AMPT}{T} = 1,29$ dan tebal lapisan aspal existing 150 mm, maka diperoleh faktor koreksi temperatur $D_0 = 1,08$ dan koreksi temperatur $D_0 - D_{200} = 1,20$. Perhitungan nilai lendutan yang telah dikoreksi menggunakan faktor koreksi temperatur yang telah dihitung ditunjukkan sebagai berikut:

1. STA (26+000)

$$\begin{aligned} D_0 \text{ terkoreksi temp} &= 1,08 \times D_0 \text{ normal} \\ &= 1,08 \times 682,13 \\ &= 736,700 \mu\text{m} \\ D_0 - D_{200} \text{ terkoreksi temp} &= 1,20 \times CF \\ &= 1,20 \times 334,47 \\ &= 401,364 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Perhitungan serupa dilakukan secara konsisten untuk seluruh titik pengamatan (STA) pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000).

4.2.6. Penyesuaian Lendutan (D_0) FWD ke BB

Untuk mengkonversi data lendutan (D_0) dari FWD menjadi data lendutan BB, nilai tersebut harus dikonversi menggunakan faktor penyesuaian 1,25 sebagaimana tercantum dalam pedoman MDPJ 2024 Bina Marga yang

berlaku untuk ketebalan aspal *existing* 150 mm dengan rumus dan contoh perhitungan pada titik pengamatan dinyatakan sebagai berikut:

$$D_{0BB} = 1,25 \times D_{0\text{terkoreksi temperatur}} \quad (8a)$$

1. STA (26+000)

$$\begin{aligned} D_0 \text{ FWD ke BB} &= 1,25 \times D_0 \text{ terkoreksi temp} \\ &= 1,25 \times 736,700 \\ &= 920,875 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Perhitungan serupa dilakukan secara konsisten untuk seluruh titik pengamatan (STA) pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000).

4.2.7. Penentuan Tebal *Overlay* Berdasarkan Lendutan Maksimum

Penentuan tebal *overlay* berdasarkan lendutan maksimum (D_0) dilakukan dengan menggunakan grafik desain MDPJ 2024 Bina Marga, di mana dua parameter utama digunakan yaitu (D_{wakil}) dan (CESA4).

1. D_0 Rata-rata dan Standar Deviasi

Nilai D_0 yang digunakan merupakan hasil koreksi berlapis terhadap musim, temperatur, beban aktual, dan konversi FWD ke BB. Dari 56 titik pengamatan pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang di STA (26+000 – 37+000), diperoleh nilai:

$$\begin{aligned} D_0 \text{ Rata - rata} &= \frac{\sum D_0 \text{ Penyesuaian BB}}{N} \quad (9a) \\ &= \frac{41.933,91}{56} = 748.819 \end{aligned}$$

Standar deviasi lendutan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s - 1)}} \quad (9b) \\ s &= \sqrt{\frac{56(\sum_1^{56} 33.760.308,04) - (\sum_1^{56} 41.933,91)^2}{56(56 - 1)}} \\ s &= \sqrt{\frac{56(33.760.308) - (41.934)^2}{56(56 - 1)}} = 207,111 \end{aligned}$$

2. Lendutan Karakteristik (D_{wakil})

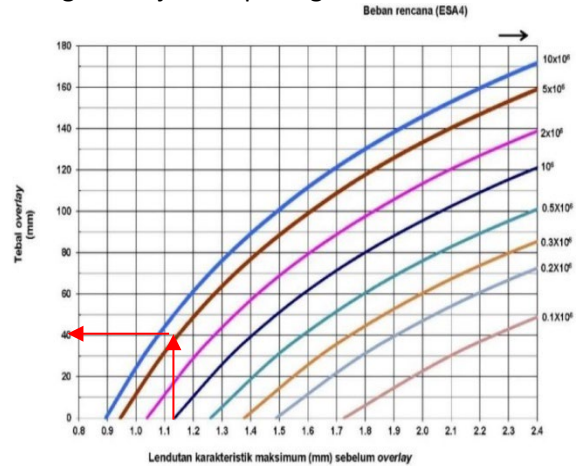
Karena ruas jalan termasuk kategori jalan arteri, maka nilai lendutan karakteristik (D_{wakil}) dihitung dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} D_{\text{wakil}} &= dR + 2s \quad (9c) \\ &= 748,819 + 2(207,111) \\ &= 1.163,041 \mu\text{m} = 1,1630 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Menentukan Tebal *Overlay*

Nilai lendutan karakteristik 1,1630 mm dan nilai (ESA4) $7,740598203 \times 10^6$ digunakan untuk menentukan tebal *overlay* dengan menggunakan grafik desain MDPJ 2024 Bina

Marga ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 5. Tebal *Overlay* Lendutan Maksimum

Maka, diperoleh tebal lapis tambah sebesar 40 mm atau 4 cm.

4.2.8. Penentuan Tebal *Overlay* Berdasarkan Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200})

Penentuan tebal *overlay* berdasarkan lengkung lendutan (D_0 - D_{200}) dilakukan dengan menggunakan grafik desain MDPJ 2024 Bina Marga. Parameter utama yang digunakan adalah nilai D_0 - D_{200} hasil koreksi dan (CESA5). Metode ini digunakan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas >100.000 ESA4, di mana parameter lendutan maksimum (D_0) tidak bisa menjadi acuan jika lapis tambah berpotensi mengalami retak lelah (*fatigue cracking*).

1. D_0 - D_{200} Rata-rata

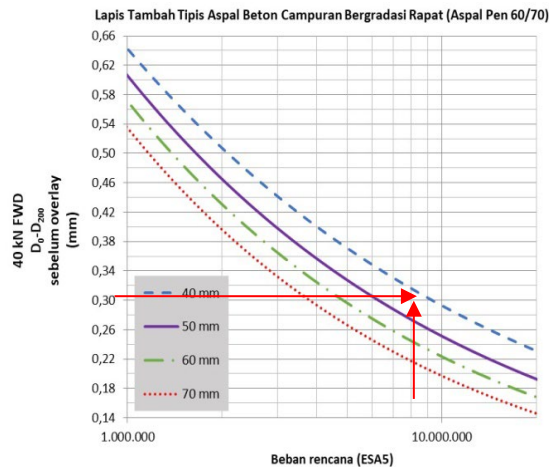
dihitung berdasarkan nilai D_0 - D_{200} yang telah seragam dan telah dikoreksi dengan beban standar 40 kN, faktor musim dan faktor temperatur. Dari 56 titik pengamatan pada ruas Jalan Raya Dampit-Lumajang STA (26+000 – 37+000), diperoleh:

$$\begin{aligned} D_0 - D_{200} &= \frac{\sum D_0 - D_{200} \text{ Koreksi Temp.}}{56} \quad (10a) \\ &= \frac{15,139}{56} = 0,27034 \text{ mm} \end{aligned}$$

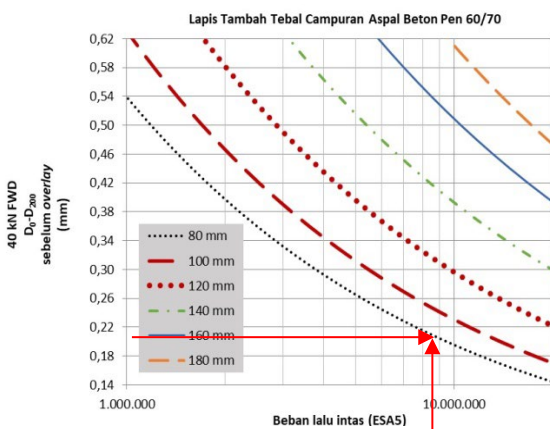
2. Menentukan Tebal *Overlay*

Nilai D_0 - D_{200} dan CESA5 digunakan untuk menentukan tebal *overlay* dengan menggunakan grafik berikut dengan memasukkan D_0 - $D_{200} = 0,27034$ mm dan CESA5 = 8.146.652,826.

Maka, berdasarkan Gambar 6 korelasi antara D_0 - D_{200} dan CESA5, diperoleh hasil Tebal lapis tambah tipis = 50 mm (5 cm).



Gambar 6. Tebal Overlay Lapis Tipis



Gambar 6. Tebal Overlay Lapis Tebal

Maka, diperoleh hasil Tebal lapis tambah Tebal = 100 mm (10 cm).

4.3. Perencanaan Struktur Pelebaran Jalan

4.3.1. Umur Rencana dan Beban Lalu Lintas

Dalam perencanaan pelebaran jalan, umur rencana yang digunakan mengacu pada ketentuan umur desain untuk perkerasan lentur baru, yaitu selama 20 tahun, penetapan umur rencana ini juga dimaksudkan agar selaras dengan pekerjaan *overlay* yang dilaksanakan secara bersamaan, sehingga keseluruhan struktur perkerasan memiliki umur layanan yang sama.

Beban lalu lintas untuk desain pelebaran dihitung dalam bentuk (CESA) selama 20 tahun. Berdasarkan hasil analisis perhitungan diperoleh nilai CESA4 sebesar 7.740.598 ESA dan CESA5 sebesar 8.146.653 ESA.

4.3.2. Nilai CBR Tanah Dasar

Nilai CBR tanah dasar digunakan untuk menggambarkan daya dukung tanah dasar pada lokasi pelebaran jalan. Pada perencanaan ini, nilai CBR diperoleh dari data sekunder sebesar 12 %.

4.3.3. Menentukan Struktur Pelebaran

Struktur pelebaran jalan ditentukan berdasarkan metode MDPJ 2024 yang mengacu pada Bagan Desain 3A (Tabel 3) dengan beban lalu lintas rencana (CESA5) selama 20 tahun adalah sebesar 8,15 juta ESA dan karena nilai CBR tanah dasar sebesar 12%, maka dilakukan penyesuaian struktur menggunakan Bagan Desain 3B (Tabel 4). Karena nilai CBR tanah dasar 12%, maka dilakukan penyesuaian struktur menggunakan Bagan Desain 3B pada Tabel 4.

Tabel 3. Bagan Desain 3A

	Struktur Perkerasan								
	FFF (1) 1	FFF (1) 2	FFF (1) 3	FFF (1) 4	FFF (1) 5	FFF (1) 6	FFF (1) 7	FFF (1) 8	FFF (1) 9
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70					Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70			
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	< 2	> 2 - 5	> 5 - 10	> 10 - 15	> 15 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 150	> 150 - 200
Tebal Perkerasan (mm)									
AC WC	60	40	40	40	40	40	40	50	40
AC BC	-	65	75	75	60	60	75	80	60
	-	80	80	-	-	-	-	-	-
AC Base	-	-	-	100	80	85	100	100	80
	-	-	-	-	80	100	100	100	80
	-	-	-	-	-	-	-	-	90
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Timbunan Pilihan LFA Kelas C	-	-	200	200	200	200	200	200	200

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. Bagan Desain 3B

		Tebal (mm)
Subgrade 6 < CBR < 10	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	200
Subgrade 10 ≤ CBR < 30	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	150
Subgrade CBR ≥ 30	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	-

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Maka, struktur akhir pelebaran jalan terdiri dari *Subgrade* timbunan Agregat C 150 mm, Lapis Pondasi bawah Agregat B 150 mm, Lapis Pondasi atas Agregat A 200 mm, AC-BC Bawah 80 mm, AC-BC Atas 75 mm, dan lapis permukaan AC-WC 40 mm, dengan total ketebalan 695 mm. Ketebalan ini telah disesuaikan dengan struktur eksisting beserta *overlay* setebal 700 mm.

4.4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Setelah diperoleh hasil perencanaan *overlay* dan pelebaran jalan dengan metode MDPJ 2024, dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan volume pekerjaan dan HSPK Kabupaten Lumajang 2024 pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA 26+000–37+000.

Pekerjaan proyek mencakup mobilisasi dan demobilisasi sebesar Rp 14.781.000, pelebaran jalan dari 7 m menjadi 10 m dengan total biaya Rp 37.859.311.617 yang meliputi pekerjaan tanah, timbunan, subbase dan base course, serta lapis perkerasan AC-BC dan AC-WC. Pekerjaan *overlay* pada lajur eksisting selebar 5 m dan tebal 10 cm menggunakan AC-WC memiliki volume 5.500 m³ dan biaya sebesar Rp 9.236.504.585. Adapun pekerjaan *finishing* berupa pemasangan marka termoplastik seluas 3.960 m² menelan biaya sebesar Rp 622.445.511,6.

Jadi, total jumlah rencana anggaran biaya (RAB) seluruh uraian pekerjaan adalah sebesar 47.733.042.714

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis perencanaan *overlay* dan pelebaran jalan dengan Metode MDPJ 2024 pada ruas Jalan Raya Dampit–

Lumajang STA 26+000–37+000, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai beban sumbu kumulatif selama umur rencana 20 tahun adalah sebesar 7.740.598 ESAL untuk CESA4 dan 8.146.653 ESAL untuk CESA5
2. Berdasarkan analisa lendutan hasil pengujian FWD, nilai lendutan maksimum (d_0) adalah sebesar 1,1630 mm dan nilai lengkung lendutan (d_0-d_{200}) adalah sebesar 0,27034 mm.
3. Ketebalan lapis tambah (*overlay*) yang digunakan adalah 10 cm, sementara struktur pelebaran terdiri dari timbunan agregat kelas C (15 cm), lapis pondasi B (15 cm), lapis pondasi A (20 cm), AC-BC bawah (8 cm), AC-BC atas (7,5 cm), dan AC-WC (4 cm), dengan total tebal 69,5 cm.
4. Hasil perhitungan total RAB adalah sebesar Rp 47.733.042.714.

Beberapa saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Pengawasan terhadap kendaraan bermuatan lebih (*overload*) perlu ditingkatkan untuk mencegah kerusakan jalan dini.
2. Diperlukan program pemeliharaan jalan yang berkelanjutan, baik rutin maupun periodik, guna menjaga kinerja perkerasan.
3. Penelitian selanjutnya disarankan membandingkan metode perencanaan *overlay* dan pelebaran MDPJ 2024 dengan metode lain seperti AASHTO 1993 atau HDM-4.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bakhtiar, A., Ingsih, I. S., & Rokhmawati, A. (2020). Rancangan Bangun Peningkatan Jalan Paras-Klenang Kidul, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, 8(8), 726–745.

[2] Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/Bm/2024*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.

[3] Hardiyatmo, H (2019) *Mekanika Tanah 1 Edisi Ke 7 Cetakan Ke 3*. Yogyakarta Gaja Mada Press.

[4] Nur Khaerat Nur, Mahyuddin, Erniati Bachtiar, Miswar Tumpu, Muhammad Ihsan Mukrim, Irianto, Yuliyanti Kadir, Triana Sharly P. Arifin, Siti Nurjanah Ahmad, Masdiana, Hasmar

- Halim, & Syukuriah. (2021). Perancangan Perkerasan Jalan (Abdul Karim & Janner Simarmata, Eds.; 1st Ed.). Yayasan kita menulis.
- [5] Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2024a). Studi Evaluasi Kerusakan Jalan Wagir Gunung Kawi Kabupaten Malang Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*). Jurnal Rekayasa Sipil (*E-Journal*), 14(1).
- [6] Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2024b). Studi Peningkatan Jalan Dengan Lapis Tambah Perkerasan Metode Bina Marga MDPJ 2017 Ruas Jalan Kreet Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang. Jurnal Rekayasa Sipil (*E-Journal*), 14(1), 681–690.
- [7] Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2025). Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Pada Simpang Empat Mergan Kota Malang Dengan Software Vissim. Jurnal Rekayasa Sipil (*E-Journal*), 14(2), 112–120.
- [8] Suprpto, B., & Bakhtiar, A. (2024). Studi Analisis Sisa Umur Dan Penanganan Akibat Beban Normal Dan Beban Berlebih Pada Ruas Jalan Mayjen Sungkono Kota Malang. Jurnal Rekayasa Sipil (*E-Journal*), 14(2).
- [9] Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2021). Analisa Kerusakan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Pada Ruas Jalan Raya Malang Tengah Kecamatan Dampit Jalan Raya Tlogosari Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI). Jurnal Rekayasa Sipil (*E-Journal*), 10(2), 16–25.
- [10] Warsito, W., & Bakhtiar, A. (2023). Studi Peningkatan Jalan (*Overlay*) Pada Ruas Jalan Mambo Sumba Tengah Nusa Tenggara Timur. Jurnal Rekayasa Sipil (*E-Journal*), 13(2).