

ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR MENGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 STUDI KASUS: JALAN RAYA SERANG-CILEGON

Arbi Parianta Lukman^{1*}, M. Oka Mahendra², Gina Claudia³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Serang Raya, Serang 42162
E-mail penulis, korespondensi: emailarby@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai jalur yang dinilai paling strategis dalam menunjang perekonomian nasional dan jumlah lalu lintas yang tinggi khususnya pada jaringan jalan pantura dapat menyebabkan menurunnya sisa umur pada perkerasan jalan. Kendaraan bermuatan berat mendominasi arus lalu lintas di sepanjang jalan tersebut. Dengan banyaknya kendaraan berat maka akan mempengaruhi kondisi struktural perkerasannya. Pemeriksaan secara rutin dan berkala harus dilakukan untuk mengontrol kondisi kelayakannya. Pemeriksaan struktural perlu dilakukan pada jalan dengan muatan beban kendaraan yang berat untuk mengetahui bagaimana kondisi dari struktur perkerasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan *overlay* pada perkerasan jaringan jalan Pantura Ruas Jalan Serang-Cilegon berdasarkan metode *non destructive* menggunakan alat pengukur lendutan pada perkerasan yaitu *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Output dari alat ini kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan tebal lapis tambah dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) tahun 2017 berdasarkan surat edaran No.04/SE/Db/2017. Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: tebal *overlay* 50 mm meskipun memenuhi kriteria ketahanan terhadap deformasi permanen, akan tetapi tidak untuk memenuhi kriteria ketahanan terhadap retak *fatigue*. Sehingga tidak bisa dijadikan rujukan. Ada 2 opsi yang dapat digunakan, tebal 70 mm jika menggunakan *overlay* tipis aspal beton campuran bergradasi rapat dengan pen 60/70 atau tebal 80 mm jika menggunakan *overlay* campuran aspal beton pen 60/70.

Kata Kunci: tebal lapis tambah, MDP 2017, perkerasan lentur

ABSTRACT

As the route that is considered the most strategic in supporting the national economy and the high amount of traffic, especially on the north coast road network, it can cause a decrease in the remaining life of the pavement. Heavy-loaded vehicles dominate the traffic flow along the road. With the number of heavy vehicles, it will affect the structural condition of the pavement. Regular and periodic inspections must be carried out to control the feasibility condition. Structural inspection needs to be carried out on roads with heavy vehicle loads to find out how the condition of the pavement structure is. This study aims to calculate the need for an overlay on the pavement network for the northern coast of Serang-Cilegon road segment based on a non-destructive method using a pavement deflection measuring device, namely the Falling Weight Deflectometer (FWD). The output of this tool is then used to calculate the need for added layer thickness using the 2017 revised Pavement Design Manual (MDP) method based on circular letter No.04/SE/Db/2017. The results of this study are as follows: Overlay thickness of 50 mm even though it meets the criteria for resistance to permanent deformation but does not meet the criteria for resistance to fatigue cracking. So it can't be used as a reference. There are two options that can be used, a thickness of 70 mm if using a thin overlay of asphalt concrete mix graded tightly with 60/70 pen or 80 mm thick if using a 60/70 pen asphalt concrete mix overlay.

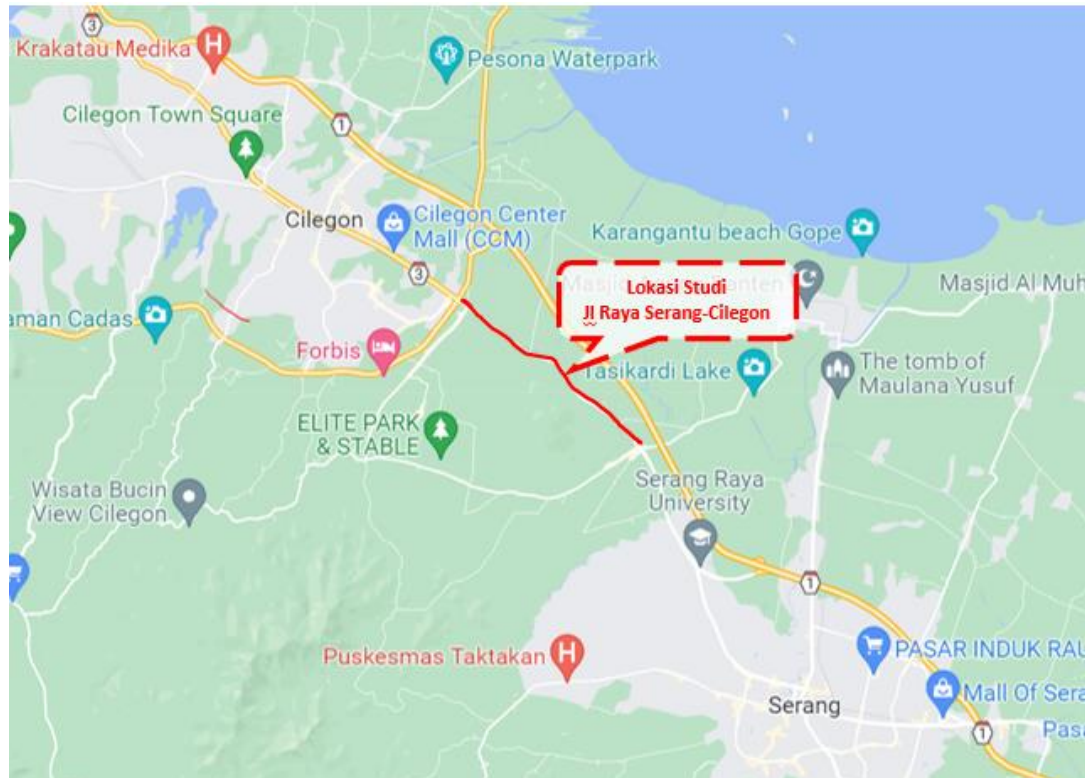
Keywords: *overlay, MDP 2017, flexible pavement*

1. PENDAHULUAN

Sebagai jalur yang dinilai paling strategis dalam menunjang perekonomian nasional, Jalan Pantura selalu dilewati 20.000 hingga 70.000 kendaraan setiap harinya. Jumlah lalu lintas yang tinggi khususnya pada jaringan jalan pantura dapat menyebabkan menurunnya sisa umur pada perkerasan jalan [1]. Kendaraan bermuatan berat mendominasi arus lalu lintas di sepanjang jalan tersebut. Dengan banyaknya kendaraan berat maka akan mempengaruhi kondisi struktural perkerasannya. Beberapa opsi sudah dilakukan untuk mengurangi distribusi kendaraan yang melewati jalan ini [2] [3]. Pemeriksaan secara rutin dan berkala harus dilakukan untuk mengontrol kondisi kelayakannya [4]. Pemeriksaan struktural perlu dilakukan pada jalan dengan muatan beban kendaraan yang berat untuk mengetahui bagaimana kondisi dari struktur perkerasan tersebut. Selain itu kondisi jalan yang baik juga mempengaruhi keselamatan pengguna jalan [5] [6]. Penanganan kerusakan yang segera dilakukan dapat lebih ekonomis [7] [8]. Penanganan jalan yang baik akan membuat kinerja transportasi yang baik dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi [9].

Jalan Raya Serang-Cilegon merupakan suatu jaringan jalan nasional yang menghubungkan ibukota provinsi Banten yaitu Kota Serang dengan Kota Cilegon. Ruas jalan tersebut menggunakan jenis perkerasan lentur yang setiap harinya ruas jalan ini selalu dilewati oleh kendaraan berat. Kendaraan tersebut berasal dari area industri yang tersebar di sekitar kota Cilegon.

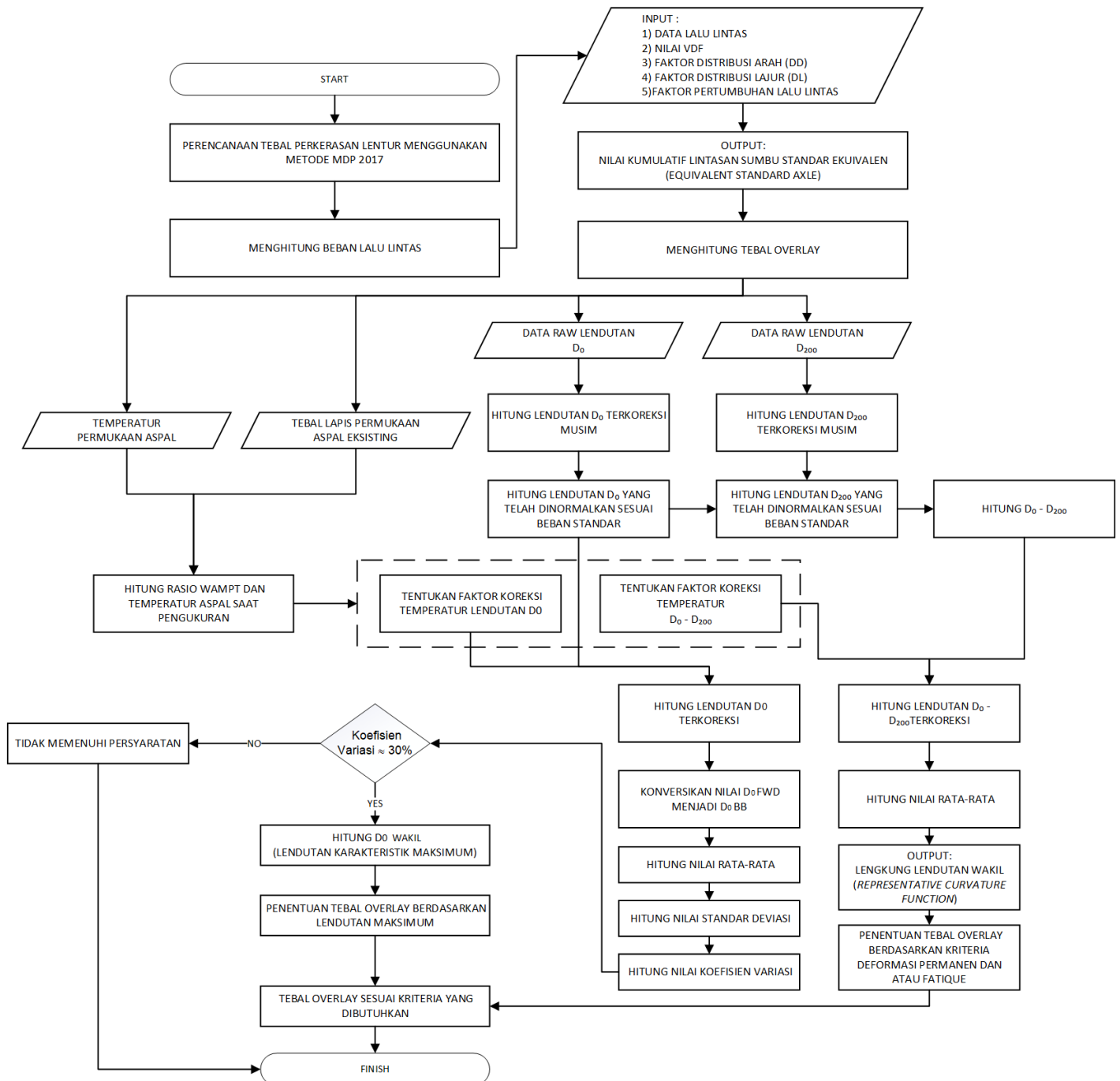
Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan lapis tambah (*overlay*) pada perkerasan jaringan jalan Pantura Ruas Jalan Serang-Cilegon berdasarkan metode *non destructive* menggunakan alat pengukur lendutan pada perkerasan yaitu *Falling Weight Deflectometer* (FWD). *Output* dari alat ini kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan tebal lapis tambah dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) revisi tahun 2017 berdasarkan surat edaran No.04/SE/Db/2017.



Gambar 1. Lokasi studi

2. METODOLOGI

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data-data seperti data lalu lintas dan data faktor pertumbuhan kendaraan. Dari data lalu lintas didapatkanlah nilai kumulatif ekuivalen sumbu standar. Bersama dengan data lendutan yang didapatkan dari alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD) maka didapatkanlah opsi tebal lapis tambah yang sesuai. Perencanaan lapis tambah pada penelitian ini menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) revisi tahun 2017 berdasarkan surat edaran No.04/SE/Db/2017 dengan diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Lalu Lintas

Jumlah kendaraan didapatkan dari hasil survei lalu lintas. Pertumbuhan lalu lintas didapatkan berdasarkan tingkat pertumbuhan kendaraan dan lamanya perkerasan akan dipakai (umur rencana). Penentuan lajur rencana ditentukan oleh faktor distribusi arah dan lajur.

3.1.1 Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif dengan laju pertumbuhan lalu lintas (i) untuk wilayah pulau Jawa yaitu sebesar 4,8% dengan umur rencana, UR = 10 tahun. Sehingga faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R) sebesar 10,022

3.1.2 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dengan dua arah, seperti pada jalan yang diteliti, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50. Sedangkan untuk jalan ini dengan dua lajur, maka faktor distribusi lajur (DL) diambil 80% atau 0,8.

3.1.3 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Berdasarkan jenis dan muatan kendaraan niaga yang sudah diketahui, nilai VDF masing-masing jenis kendaraan yang dapat ditunjukkan oleh tabel 1. Maka nilai VDF 4 dan 5 masing-masing jenis kendaraan diperoleh.

Tabel 1. Rekapitulasi ESAL kumulatif

Jenis kendaraan	LHR	LHR	Hari Setahun	DD DL		R	R	VDF4	VDF4	VDF5	VDF5	ESA4 ('19-'20)	ESA4 ('21-'29)	ESA5 ('19-'20)	ESA5 ('21-'29)
	2019	2021		[5]	[6]	(2019-2020)	(2021-2029)	faktual	normal	faktual	normal	[13]	[14]	[15]	[16]
[1]	[2]	[3]	[4]			[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]				
5A	27	28,3	365	0,5	0,8	1,00	8,013	0,3	0,3	0,2	0,2	1.195	9.940	796	6.626
5B	18	19,3	365	0,5	0,8	1,00	8,013	1,0	1,0	1,0	1,0	2.655	22.556	2.655	22.556
6A	155	155,6	365	0,5	0,8	1,00	8,013	0,3	0,6	0,2	0,5	6.769	100.148	4.513	91.044
6B	1636	1637,5	365	0,5	0,8	1,00	8,013	0,7	4,0	0,7	5,1	167.236	7.662.654	167.236	9.769.884
7A	364	364,7	365	0,5	0,8	1,00	8,013	7,6	4,7	11,2	6,4	403.491	2.005.501	594.618	2.730.895
7B	9	10,1	365	0,5	0,8	1,00	8,013	36,9	9,4	90,4	13,0	48.487	111.051	118.786	153.582
7C	27	28,4	365	0,5	0,8	1,00	8,013	13,6	7,4	24,0	9,7	54.153	245.615	95.564	321.955
												683.985	10.157.465	984.167	13.096.541
JUMLAH												10.841.450		14.080.709	

3.1.4 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Nilai CESAL yang didapatkan adalah $1,08 \times 10^7$ (ESA4) dan $1,48 \times 10^7$ (ESA5) seperti yang ada pada tabel 1.

3.2 Desain Tebal Overlay

Data lendutan yang akan digunakan untuk analisis pada metode Bina Marga 2017 adalah lendutan pada pusat beban (D_0) dan data lendutan pada jarak 200 mm dari pusat beban (D_{200}).

3.2.1 Lendutan Terkoreksi Musim

Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau maka diperlukan adanya faktor koreksi musim, yaitu sebesar 1,2.

Tabel 2. D_0 dan D_{200} terkoreksi musim

Station ID	Station	Beban	D_0	D_{200}	Temp. Aspal	Tebal Aspal Eksisting	D_0 Terkoreksi Musim	D_{200} Terkoreksi Musim
		(KN)	(μ m)	(μ m)	($^{\circ}$ C)	(mm)	(μ m)	(μ m)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]		
1	15+400	39.25	744.93	613.3	34.22	100	893.9	736.0
2	15+500	38.64	728.47	589.6	35.62	100	874.2	707.5
3	15+600	39.82	719.04	589.8	35.65	100	862.8	707.7
4	15+700	39.49	656.05	548.1	35.65	100	787.3	657.7
5	15+800	39.54	644.66	543.5	35.59	100	773.6	652.2

6	15+900	39.7	639.9	540.1	35.62	100	767.9	648.1
7	16+000	39.12	551.84	437.0	34.14	100	662.2	524.4
8	16+100	39.06	543.64	462.3	34.85	100	652.4	554.7
9	16+200	39.05	535.36	448.9	35.17	100	642.4	538.6
10	16+300	39.89	519.18	417.9	35.59	100	623.0	501.5
11	16+400	39.63	504.31	408.0	35.56	100	605.2	489.6
12	16+500	39.72	510.92	412.4	35.59	100	613.1	494.8
13	16+600	38.83	691	519.7	35.59	100	829.2	623.6
14	16+700	39.21	688.32	507.5	35.59	100	826.0	609.0
15	16+800	39.18	676.95	501.7	35.59	100	812.3	602.1

3.2.2 Lendutan Terkoreksi Beban Normal

Setelah mendapat nilai lendutan yang dikoreksi oleh faktor musim, selanjutnya nilai lendutan tersebut harus dikoreksi oleh beban normal. Karena, walaupun nilai lendutan FWD telah diset untuk beban normal 40 KN, tetapi di dalam pelaksanaan pada umumnya selalu terjadi penyimpangan nilai beban sebenarnya yang tercatat. Oleh sebab itu, nilai lendutan tersebut harus dinormalkan nilai lendutan ke beban standar 40 KN.

3.2.3 Lengkung Lendutan

Lengkung lendutan digunakan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas desain lebih besar dari 100.000 ESA4. Lengkung lendutan dinyatakan pada titik belok lengkung atau CF (*Curvature Function*) berdasarkan bentuk lengkung lendutan yang telah dikoreksi oleh beban normal

3.2.4 Lendutan Terkoreksi Temperatur

Diawali dengan menghitung rasio AMPT dan temperatur aspal, dengan nilai rasio AMPT digunakan sebesar 41°C yang digunakan sebagai acuan. Berdasarkan tabel 2 dengan AMPT/Temp_{aspal} masing-masing STA senilai 1,15 sampai dengan 1,20 dan data perkerasan tebal aspal eksisting = 100 mm, maka didapat faktor koreksi temperatur lendutan untuk $D_0 = 1,032$ dan untuk faktor koreksi temperatur lendutan $D_0-D_{200} = 1,075$. Selanjutnya, nilai ini dikoreksi menggunakan faktor koreksi temperatur yang sudah dihitung sebelumnya.

3.2.5 Penyesuaian Lendutan (D_0) FWD ke BB

Karena data lendutan diperoleh dari hasil alat FWD maka data lendutan (D_0) tersebut harus dikonversi ke dalam data lendutan *Benkelman Beam* dengan mengalikan nilai yang diperoleh dengan faktor penyesuaian seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Penyesuaian lendutan FWD Ke BB

Station ID	Station	D_0 Normal	D_{200} Normal	$D_0 - D_{200}$	AMPT/ Aspal	D_0 Faktor koreksi temp	D_0-D_{200} Faktor koreksi temp	D_0 Terkoreksi Temperatur	D_0-D_{200} Terkoreksi Temperatur	D_0 Penyesuaian ke BB
		(μ m)	(μ m)	(μ m)				(μ m)	(μ m)	(μ m)
[1]	[2]	[8]	[9]	[10] = [8]-[9]	[11] = 41/[6]	[12]	[13]	[14]=[12]x[8]	[15]=[13]*[10]	[16]
1	15+400	911.00	750.02	160.97	1.20	1.032	1.075	940.1	173.0	1128.2
2	15+500	904.93	732.40	172.53	1.15	1.032	1.075	933.9	185.5	1120.7
3	15+600	866.75	710.95	155.80	1.15	1.032	1.075	894.5	167.5	1073.4
4	15+700	797.43	666.15	131.27	1.15	1.032	1.075	822.9	141.1	987.5
5	15+800	782.59	659.75	122.84	1.15	1.032	1.075	807.6	132.1	969.2
6	15+900	773.68	653.01	120.68	1.15	1.032	1.075	798.4	129.7	958.1
7	16+000	677.10	536.23	140.87	1.20	1.032	1.075	698.8	151.4	838.5
8	16+100	668.07	568.05	100.02	1.18	1.032	1.075	689.4	107.5	827.3
9	16+200	658.06	551.72	106.34	1.17	1.032	1.075	679.1	114.3	814.9

10	16+300	624.73	502.89	121.85	1.15	1.032	1.075	644.7	131.0	773.7
11	16+400	610.82	494.12	116.70	1.15	1.032	1.075	630.4	125.5	756.4
12	16+500	617.43	498.33	119.09	1.15	1.032	1.075	637.2	128.0	764.6
13	16+600	854.18	642.39	211.79	1.15	1.032	1.075	881.5	227.7	1057.8
14	16+700	842.63	621.32	221.31	1.15	1.032	1.075	869.6	237.9	1043.5
15	16+800	829.34	614.66	214.68	1.15	1.032	1.075	855.9	230.8	1027.1

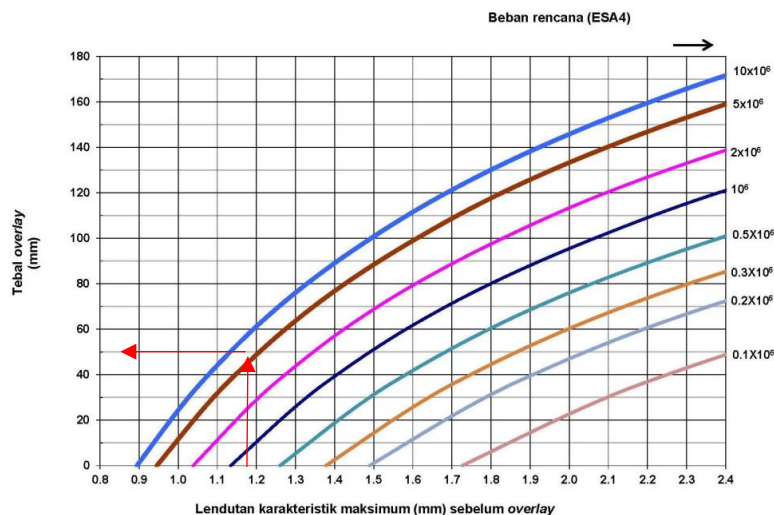
3.2.6 Menentukan Tebal Overlay

Dalam menentukan tebal *overlay* berdasarkan lendutan maksimum digunakan grafik pada gambar 4 dengan cara menghitung dan memasukkan nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) ke dalam grafik tersebut. Langkah perhitungannya sebagai berikut.

- 1) Hitung D_0 rata-rata, Nilai ini dihitung dengan berdasarkan nilai D_0 yang dikoreksi beban, dan berbagai faktor (musim, temperatur dan konversi FWD ke BB);
- 2) Hitung standar deviasi;
- 3) Hitung lendutan maksimum (Lendutan Karakteristik);
- 4) Hitung tebal *overlay* berdasarkan kriteria ketahanan terhadap deformasi permanen. Hasil penyesuaian D_0 kemudian di rata-ratakan dan dihitung nilai standar deviasi nya. Cek nilai koefisien varian harus dibawah 30%. Berdasarkan data pada tabel 4 didapatkan nilai lendutan maksimum D_0 wakil sebesar 1,114 mm.

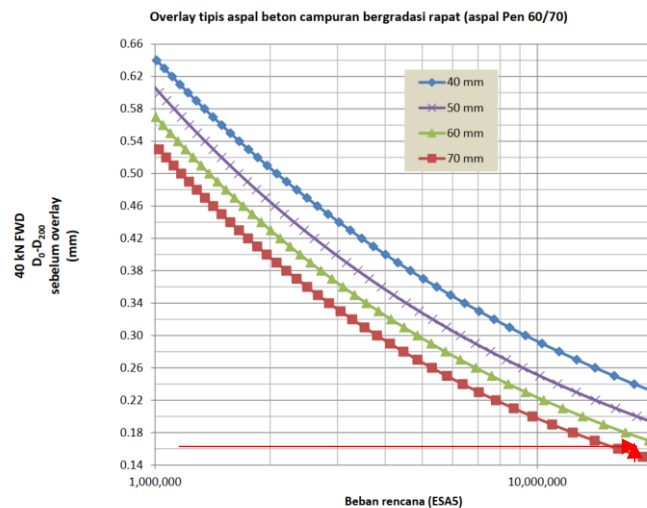
Tabel 4. Penentuan nilai D_0 wakil

	D_0-D_{200} Terkoreksi Temperatur	D_0 Penyesuaian ke BB
Rata-rata	0,16 mm	942,7
Std. Deviasi		134,2
Coef. Var		14%
D_0 Wakil		1,114 mm



Gambar 3. Overlay berdasarkan lendutan balik *benkelman beam* untuk WMAPT 41°C

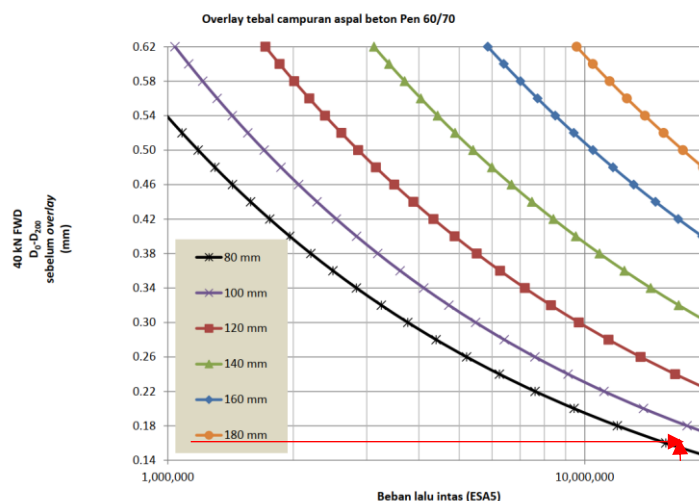
Berdasarkan hasil hitung tebal *overlay* diatas, dengan D_{wakil} senilai 1,11 mm dan $\text{CESA4} = 10 \times 10^6$ ESA4 didapat hasil *overlay* sebesar 50 mm.

Gambar 4. Tebal *overlay* tipis aspal konvensional untuk mencegah retak akibat lelah pada WMAPT > 35°C

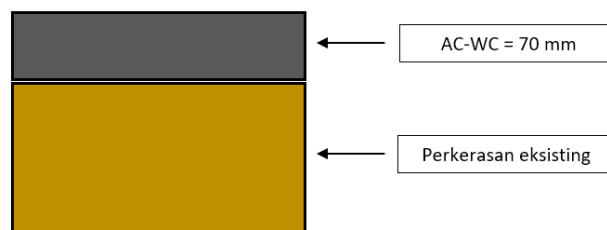
Kemudian perlu dicek ketahanannya terhadap retak *fatigue*. berdasarkan nilai lengkung lendutan (D_0 - D_{200}) rata-rata sebesar 0,16 mm dan nilai beban rencana lalu lintas sebesar 14×10^6 ESA5 diperoleh tebal *overlay* seperti pada gambar 4 dan gambar 5.

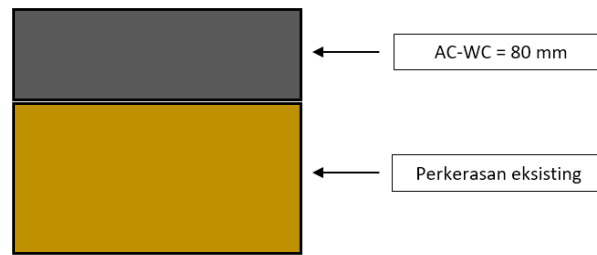
D_0 - D_{200} rata-rata = 0,16 mm

CESA5 = 14×10^6 ESA5

Gambar 5. Tebal *overlay* tebal aspal konvensional untuk mencegah retak akibat lelah pada WMAPT > 35°C

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh gambar 4 dan gambar 5 dengan data D_0 - D_{200} rata-rata sebesar 0,041 mm, didapatkan tebal *overlay* untuk lapis tipis aspal beton sebesar 70 mm dan untuk tebal *overlay* menggunakan aspal beton sebesar 80 mm.

Gambar 6. Desain menggunakan *overlay* tipis



Gambar 7. Desain menggunakan overlay tebal

3.2.7 Analisis Pemilihan Overlay

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tiga opsi tebal lapis tambah dari hasil perhitungan. tetapi hanya 2 opsi yang dapat digunakan. Yang pertama adalah *overlay* tipis aspal beton campuran bergradasi rapat yaitu sebesar 70 mm dan yang berikutnya adalah *overlay* tebal campuran aspal beton sebesar 80 mm. Dengan mempertimbangkan aspek ekonomi maka tebal perkerasan yang dipilih yaitu menggunakan *overlay* tipis aspal beton campuran bergradasi rapat sebesar 70 mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) pada Ruas Jalan Raya Serang Cilegon KM 15+400-16+800 menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 didapat hasil sebagai berikut: Tebal *overlay* 50 mm meskipun memenuhi kriteria ketahanan terhadap deformasi permanen, akan tetapi tidak untuk memenuhi kriteria ketahanan terhadap retak *fatigue*. Sehingga tidak bisa dijadikan rujukan. Ada dua opsi yang dapat digunakan, tebal 70 mm jika menggunakan *overlay* tipis aspal beton campuran bergradasi rapat dengan pen 60/70 atau tebal 80 mm jika menggunakan *overlay* campuran aspal beton pen 60/70.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. R. A. M. Care, B. S. Subagio, H. Rahman, and A. Kusumawati, "Evaluasi Kondisi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metoda AASHTO 1993 Studi Kasus: Ruas Ciasem-Pamanukan (Pantura)," *J. Tek. Sipil*, vol. 19, no. 1, p. 53, Apr. 2012, doi: 10.5614/jts.2012.19.1.5.
- [2] H. Rahadian and J. Augustine, "DI JALUR PANTURA oleh Kelompok Keilmuan Geodesi Institut Teknologi Bandung dengan menggunakan data," vol. 2, no. 2, pp. 99–110, 2016.
- [3] H. W. Husaini and T. Junoasmono, "Peran Infrastruktur Jalan Pantura Jawa Dalam Rangka Mendukung Peningkatan Ekonomi Nasional," *J. HPJII (Himpunan Pengemb. Jalan Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [4] PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA, "Peraturan Menteri Pekerjaan UMUM Republik Indonesia Nomor 13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilikan Jalan," *Menteri Pekerj. Umum Republik Indones.*, no. 13, pp. 1–24, 2011.
- [5] A. T. Mulyono, B. Kushari, and H. E. Gunawan, "Audit Keselamatan Infrastruktur Jalan (Studi Kasus Jalan Nasional KM 78-KM 79 Jalur Pantura Jawa, Kabupaten Batang)," *J. Tek. Sipil*, vol. 16, no. 3, p. 163, 2009, doi: 10.5614/jts.2009.16.3.5.
- [6] A. Shehera Kurniastuti, N. Sari, and S. Sutanto, "Peningkatan Keselamatan Di Ruas Jalan Pantura Km 46–47 Kecamatan Patrol Kabupaten Indramayu," *J. Transp.*, vol. 21, no. 2, pp. 101–108, 2021, doi: 10.26593/jtrans.v21i2.5158.101-108.
- [7] K. Safira, W. Arafah, and M. N. Luru, "JALAN TOL CIPALI The Change of Economic Activity Change and Land Use in Pantura Road Corridor after the Operation of Cipali Toll Road," vol. 1, no. 1, pp. 44–52, 2021, doi: 10.25105/bhuwana.v1i1.9275.
- [8] M. Y. M. Putra, B. S. Subagio, E. S. Hariadi, and S. Hendarto, "Evaluasi Kondisi Fungsional dan Struktural Menggunakan Metode Bina Marga dan AASHTO 1993 Sebagai Dasar dalam Penanganan Perkerasan Lentur Studi Kasus : Ruas Medan - Lubuk Pakam," *J. Tek. Sipil*, vol. 20, no. 3, p. 245, 2013, doi: 10.5614/jts.2013.20.3.8.
- [9] H. Subiantoro, D. Daraba, K. Keuangan, R. I. Dan, K. Pekerjaan, and U. Ri, "Implikasi Kinerja Transportasi Jalan Pantura Jawa pada Sektor Usaha dan Pertumbuhan Perekonomian di Wilayah Utara Provinsi Jawa Barat," pp. 50–86.
- [10] Ditjend Bina Marga, *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*, no. 02. 2013.