

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambah (Overlay)

4.1.1 Kondisi Eksisting

Ruas Jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun merupakan jalan arteri bagian dari Lintas Pantai Selatan (Pansela) yang menghubungkan Provinsi Banten dan Jawa Barat di wilayah selatan Jawa Barat. Panjang dari ruas jalan tersebut sepanjang 78.170 Km.

Ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang – Cidaun memiliki lebar 7 meter, 2 jalur, dan 2 lajur. Penelitian dilakukan di Ruas Sindangbarang – Tegalbuleud, tepatnya di Sta 27+720 – Sta 30+520 sepanjang 2,80 Km, dikarenakan dilokasi tersebut terjadi kerusakan yang mengharuskan dilakukan penanganan dengan tebal lapis tambah (*overlay*). Kondisi eksisting ruas jalan tersebut ada dibawah pada gambar 4.1





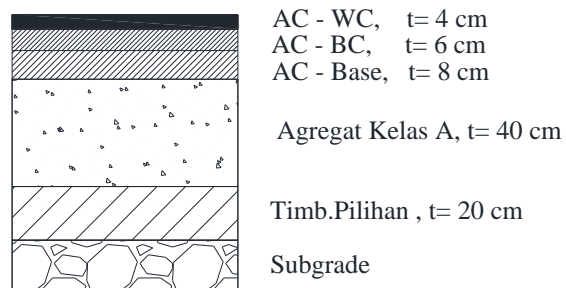
Gambar 4.1 Kondisi eksisting
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Data data yang didapat untuk kondisi lapangan Ruas Jalan Tegalbuleud – Sindangbarang – Cidaun diperlihatkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Teknis Lapangan

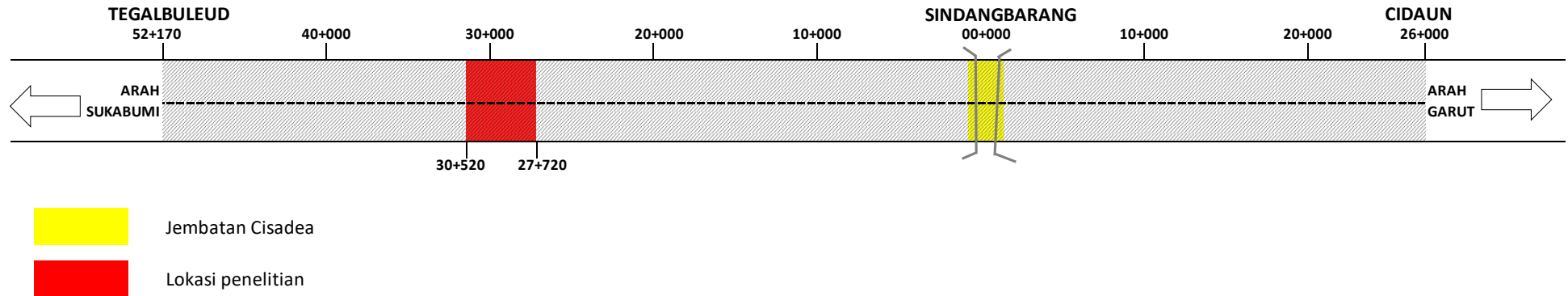
No.	Parameter	Data Perencanaan
1.	Perkerasan	<i>Flexible Pavement</i>
2.	Jumlah Jalur	2 Jalur
3.	Jumlah Lajur	2 Lajur
4.	Lebar Jalan	7,00 m

Untuk tebal lapis perkerasan di ruas jalan yang ditinjau dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur Lapis Perkerasan Eksisting
Sumber: As Built Drawing Preservasi TSC

Untuk Strip Map Penelitian di ruas jalan yang ditinjau dapat dilihat pada Gambar 4.3.















Gambar 4.3 Strip Map Penelitian

Sumber: As Built Drawing Preservasi TSC

4.1.2 Data Lalu Lintas

Data volume lalu lintas jalan pada penelitian ini adalah data primer . Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun didapatkan dari data yang disurvei selama 7x24 jam dari tanggal 4 Agustus 2024 sampai dengan 10 Agustus 2024 sesuai yang terlampir di Lampiran 1. Data tersebut dirata-ratakan dan digunakan untuk mengetahui volume lalu lintas rata-rata yang terjadi di ruas jalan yang dijadikan daerah penelitian. Data Lalu Lintas Harian (LHR) ruas Jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahun 2024

Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
	Sepeda motor, Kend. Roda 3	Sedan, Jeep, Taxi (Pribadi)	Pick Up, Angkot	Pick Up Box	Bus 3/4	Bus Besar	Truk 2 Sumbu 4 roda	Truk 2 Sumbu 6 roda	Truk 3 Sumbu	Truck Gandeng	Semi Trailer	Kendaraan Tidak Bermotor
Pukul												
06.00 - 07.00	651	409	104	35	19	9	31	22	10	-	-	38
07.00 - 08.00	930	592	104	35	26	11	31	22	10	-	-	38
08.00 - 09.00	704	469	74	28	31	13	22	15	7	-	-	31
09.00 - 10.00	612	404	74	25	11	5	22	16	7	2	-	27
10.00 - 11.00	441	289	85	28	8	4	26	18	8	3	1	31
11.00 - 12.00	642	401	94	31	13	6	28	20	9	3	2	34
12.00 - 13.00	697	428	77	25	11	5	23	16	7	3	-	28
13.00 - 14.00	382	221	76	25	9	4	23	16	7	3	2	28
14.00 - 15.00	400	228	50	17	41	17	15	11	5	1	-	19
15.00 - 16.00	521	301	66	22	10	5	20	14	6	-	1	24
16.00 - 17.00	705	424	67	22	22	9	20	14	7	-	-	24
17.00 - 18.00	620	375	44	15	13	6	13	9	4	3	1	16
18.00 - 19.00	349	280	36	12	5	2	11	8	4	3	2	13
19.00 - 20.00	350	208	25	8	6	3	8	5	3	-	4	9
20.00 - 21.00	263	194	29	10	-	1	9	6	3	2	1	11
21.00 - 22.00	250	153	24	8	2	2	7	5	2	-	1	9
22.00 - 23.00	146	110	26	9	-	2	8	6	3	3	-	10
23.00 - 24.00	170	94	11	4	-	-	3	2	1	3	-	4
00.00 - 01.00	118	53	12	4	-	2	4	3	8	3	-	5
01.00 - 02.00	91	41	9	4	5	2	3	2	8	-	-	4
02.00 - 03.00	59	25	11	4	-	2	3	2	1	-	-	4
03.00 - 04.00	314	175	21	7	7	3	6	5	2	-	-	8
05.00 - 06.00	340	188	62	21	13	6	19	13	6	-	-	23
TOTAL	9.755	6.062	1.181	399	252	119	355	250	128	32	15	438

Sumber: Traffic Counting 4 Agustus 2024 – 10 Agustus 2024

4.1.3 Umur Rencana

Umur Rencana yang digunakan untuk perencanaan tebal lapis tambah pada ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang – Cidaun adalah 10 Tahun. Dimulai dari tahun 2024 sampai dengan tahun 2033.

4.1.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Pertumbuhan lalu lintas untuk Pd T-05-2005-B berdasarkan pada data LHR 2021 – 2023 yang didapat dari PJN 2 Jawa Barat sebesar 1,00 %, dan untuk Suplemen (MDP) 2017 SE 2020 berdasarkan Tabel 2.5 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (%), untuk jalan arteri dan perkotaan di Pulau Jawa adalah 4,80 %.

4.2 Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Metode Bina MargaT-05-200 B

4.2.1 Jumlah Lajur dan Koefisien Kendaraan (C)

Berdasarkan Tabel 2.1 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan, jumlah lajur sebanyak 2 lajur dikarenakan lebar perkerasan di ruas Tegalbuleud – Sindangbarang adalah 7,00 m. Dikarenakan 2 Lajur, Koefisien Distribusi Kendaraan (C) yang digunakan berdasarkan Tabel 2.2 Koefisien distribusi kendaraan (C) adalah 0,5 untuk kendaraan ringan dan 0,5 untuk kendaraan berat.

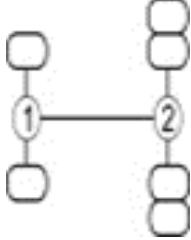
4.2.2 Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Setiap nilai komposisi jenis kendaraan dari masing - masing telah didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan angka ekivalen (E) setiap jenis kendaraan dari masing – masing golongan. Nilai angka ekivalen (E) dapat dihitung dengan rumus :

- Angka ekivalen STRT = (Beban Sumbu dalam Ton / 5,4)⁴
- Angka ekivalen STRG = (Beban Sumbu dalam Ton / 8,16)⁴
- Angka ekivalen SDRG = (Beban Sumbu dalam Ton / 13,76)⁴
- Angka ekivalen STRRG = (Beban Sumbu dalam Ton / 18,45)⁴

Sebagai contoh perhitungan angka ekivalen (E) dapat dilihat sebagai berikut :

1. 1.2 Bus

 <p data-bbox="544 786 746 808">Bus Besar Gol. 5B</p>	<p data-bbox="847 472 1102 501">Berat Total = 9 Ton</p> <p data-bbox="847 544 1251 584">Distribusi Beban : ① 34 %</p> <p data-bbox="1118 618 1251 658">② 66 %</p> <p data-bbox="847 692 1302 732">Beban per sumbu ① 3,06 Ton</p> <p data-bbox="1118 766 1302 806">② 5,94 Ton</p>
--	--

- Konfigurasi Beban Sumbu Depan Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT) = 3,06 Ton

$$\text{Maka nilai angka ekivalen (E)} = (\text{Beban Sumbu dalam Ton} / 5,4)^4$$

$$\text{Angka Ekivalen} = (3,06/5,4)^4$$

$$\text{Angka Ekivalen} = 0,10311$$

- Konfigurasi Beban Sumbu Belakang Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) = 5,94 Ton

$$\text{Maka nilai angka ekivalen (E)} = (\text{Beban Sumbu dalam Ton} / 8,16)^4$$

$$\text{Angka Ekivalen} = (5,94/8,16)^4$$

$$\text{Angka Ekivalen} = 0,28079$$

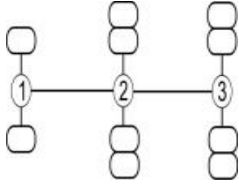
- Nilai angka ekivalen total (Etotal)

$$= \text{Edepan} + \text{Ebelakang}$$

$$= 0,10311 + 0,28079$$

$$= 0,38390$$

2. 1.2-2 Trailer

 <p>Truk 3 Sumbu Golongan 7A</p>	<p>Berat Total = 26,20 Ton</p>
	<p>Distribusi Beban :</p> <p>① 18 %</p> <p>② 41 %</p> <p>③ 41 %</p> <p>Beban per sumbu</p> <p>① 4,72 Ton</p> <p>② 10,74 Ton</p> <p>③ 10,74 Ton</p>

- Konfigurasi Beban Sumbu Depan Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT) = 4,72 Ton

Maka nilai angka ekuivalen (E) = $(\text{Beban Sumbu dalam Ton} / 5,4)^4$

Angka Ekuivalen = $(4,72/5,4)^4$

Angka Ekuivalen = 0,58173
- Konfigurasi Beban Sumbu Belakang Sumbu Dual Roda Ganda (SDRG) = 10,74 Ton

Maka nilai angka ekuivalen (E) = $(\text{Beban Sumbu dalam Ton} / 8,16)^4$

Angka Ekuivalen = $(10,74/8,16)^4$

Angka Ekuivalen = 3,00317
- Konfigurasi Beban Sumbu Gandeng Belakang Sumbu Tripel Roda Ganda (STrRG) = 10,74 Ton

Maka nilai angka ekuivalen (E) = $(\text{Beban Sumbu dalam Ton} / 18,45)^4$

Angka Ekuivalen = $(10,74/13,76)^4$

Angka Ekuivalen = 0,37142
- Nilai angka ekuivalen total (Etotal)











= Edepan + Ebelakang + Egandeng belakang

= 0,58173 + 3,00317 + 0,37142

= 3,95632

Hasil nilai angka ekivalen jenis kendaraan pada setiap golongan disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Nilai Angka Ekivalen (E)

Jenis Kendaraan	Golongan	Konfigurasi Sumbu & Tipe	Gambar	Berat Total (Ton)	Distribusi Beban	Beban Per sumbu (Ton)	Beban (Ton)	Ekivalen	Kumulatif
Sedan, Jeep, Taxi (Pribadi)	2	1.1 MP		2,00	(1) 50%	(1) 1 Ton	1,00	0,00118	0,00235
					(2) 50%	(2) 1 Ton	1,00	0,00118	
Pick Up, Angkot	3	1.1 MP		2,00	(1) 50%	(1) 1 Ton	1,00	0,00118	0,00235
					(2) 50%	(2) 1 Ton	1,00	0,00118	
Pick Up Box	4	1.1 MP		2,00	(1) 50%	(1) 1 Ton	1,00	0,00118	0,00235
					(2) 50%	(2) 1 Ton	1,00	0,00118	
Bus 3/4	5a	1.2 L Truck		6,75	(1) 34%	(1) 2,3 Ton	2,30	0,03263	0,12147
					(2) 66%	(2) 4,46 Ton	4,46	0,08884	
Bus Besar	5b	1.2 Bus		9,00	(1) 34%	(1) 3,06 Ton	3,06	0,10311	0,38390
					(2) 66%	(2) 5,94 Ton	5,94	0,28079	
Truk 2 Sumbu 4 roda	6a	1.2 H Truck		13,00	(1) 34%	(1) 6,19 Ton	4,42	0,44886	1,67119
					(2) 66%	(2) 12,01 Ton	8,58	1,22233	
Truk 2 Sumbu 6 roda	6b	1.22 Truck		20,00	(1) 25%	(1) 6,25 Ton	5,00	0,73503	2,14721
					(2) 75%	(2) 18,75 Ton	15,00	1,41218	
Truk 3 Sumbu	7a	1.2-2 Trailer		26,20	(1) 18%	(1) 4,72 Ton	4,72	0,58173	3,95632
					(2) 41%	(2) 10,74 Ton	10,74	3,00317	
					(3) 41%	(3) 10,74 Ton	10,74	0,37142	
Truck Gandeng	7b	1.22-22 Trailer		31,00	(1) 18%	(1) 5 Ton	5,58	1,14015	4,61099
					(2) 28%	(2) 8 Ton	8,68	1,28032	
					(3) 54%	(3) 15 Ton	16,74	2,19052	
Semi Trailer	7c	1.22-222 Trailer		31,40	(1) 18%	(1) 5 Ton	5,65	1,20014	4,85363
					(2) 28%	(2) 8 Ton	8,79	1,34769	
					(3) 27%	(3) 15 Ton	16,96	2,30579	

Sumber: Perhitungan Penelitian

4.2.3 Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)

Faktor Hubungan Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas dihitung dengan rumus :

$$N = \frac{1}{2} \left[(1 + r)^n + 2 (1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right]$$

Keterangan :

N = faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas

r = pertumbuhan lalu lintas

n = umur rencana

Contoh Perhitungan.

Tinjauan pada tahun 2024

$r = 1,00\%$ dari persentase pertumbuhan LHR tiap tahun

$n = 10$ tahun

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{2} \left[(1 + r)^n + 2 (1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[(1 + 1,00\%)^{10} + 2 (1 + 1,00\%) \frac{(1+1,00\%)^{10-1} - 1}{1,00\%} \right] \\ &= \frac{1}{2} \{ 1 + 1,10 + 18,92 \} \\ &= 10,51 \end{aligned}$$

4.2.4 Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (CESA)

Perhitungan kumulatif ESAL rencana untuk 2025 sampai dengan 2033 dipengaruhi oleh nilai r (pertumbuhan lalu lintas), n (tahun), koefisien beban kendaraan (C), dan Faktor Hubungan Umur Rencana (N).

Berikut adalah contoh perhitungan nilai ESAL:

Perhitungan ESAL pada tahun 2025 untuk Sedan, jeep, Taxi (Pribadi)
Golongan 2

- Golongan : 2
- Konfigurasi Sumbu : 1.1 MP

- Jumlah jenis kendaraan (m) : 6.123 kendaraan
- Angka Ekuivalen (E) : 0,0023521
- Koefisien Distribusi Kendaraan (C) : 0,5 (kendaraan ringan)
- Faktor Perhubungan Umur Rencana yang sudah disesuaikan dengan pertumbuhan lalu lintas (N) : 10,51
- Jumlah Hari dalam 1 Tahun : 365 hari
- Umur Rencana (n) : 10 tahun

Maka nilai ESAL pada Golongan 2 tahun 2025-2033

$$ESAL = m \times 365 \times E \times C \times N$$

$$ESAL = 6.123 \times 365 \times 0,0023521 \times 0,5 \times 10,51$$

$$= 27.622 \text{ ESA}$$

Hasil perhitungan Kumulatif Beban Sumbu Kendaraan (CESAL) rencana selama periode 10 tahun dari tahun 2024 sampai dengan tahun 2033 ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Perhitungan Kumulatif Beban Sumbu Kendaraan (CESAL) selama umur Rencana

ESAL (2024)		LHR		hari		Angka Ekuivalen		C		N		ESAL
2	Sedan, Jeep, Taxi (Pribadi)	6.062	×	365	×	0,0023521	×	0,5	×	1,00	=	2.602
3	Pick Up, Angkot	1.181	×	365	×	0,0023521	×	0,5	×	1,00	=	507
4	Pick Up Box	399	×	365	×	0,0023521	×	0,5	×	1,00	=	171
5a	Bus 3/4	252	×	365	×	0,12146982	×	0,5	×	1,00	=	5.586
5b	Bus Besar	119	×	365	×	0,38390461	×	0,5	×	1,00	=	8.337
6a	Truk 2 Sumbu 4 roda	355	×	365	×	1,67119337	×	0,5	×	1,00	=	108.272
6b	Truk 2 Sumbu 6 roda	250	×	365	×	2,1472139	×	0,5	×	1,00	=	97.967
7a	Truk 3 Sumbu	128	×	365	×	3,95631986	×	0,5	×	1,00	=	92.420
7b	Truck Gandeng	32	×	365	×	4,61099292	×	0,5	×	1,00	=	26.928
7c	Semi Trailer	15	×	365	×	4,8536256	×	0,5	×	1,00	=	13.287
										ESAL	=	356.078

ESAL (2025-2033)		LHR		hari		Angka Ekivalen		C		N		ESAL
2	Sedan, Jeep, Taxi (Pribadi)	6.123	×	365	×	0,0023521	×	0,5	×	10,51	=	27.622
3	Pick Up, Angkot	1.193	×	365	×	0,0023521	×	0,5	×	10,51	=	5.381
4	Pick Up Box	403	×	365	×	0,0023521	×	0,5	×	10,51	=	1.818
5a	Bus 3/4	255	×	365	×	0,12146982	×	0,5	×	10,51	=	59.300
5b	Bus Besar	120	×	365	×	0,38390461	×	0,5	×	10,51	=	88.503
6a	Truk 2 Sumbu 4 roda	359	×	365	×	1,67119337	×	0,5	×	10,51	=	1.149.323
6b	Truk 2 Sumbu 6 roda	253	×	365	×	2,1472139	×	0,5	×	10,51	=	1.039.926
7a	Truk 3 Sumbu	129	×	365	×	3,95631986	×	0,5	×	10,51	=	981.044
7b	Truck Gandeng	32	×	365	×	4,61099292	×	0,5	×	10,51	=	285.846
7c	Semi Trailer	15	×	365	×	4,8536256	×	0,5	×	10,51	=	141.041
										ESAL	=	3.779.803

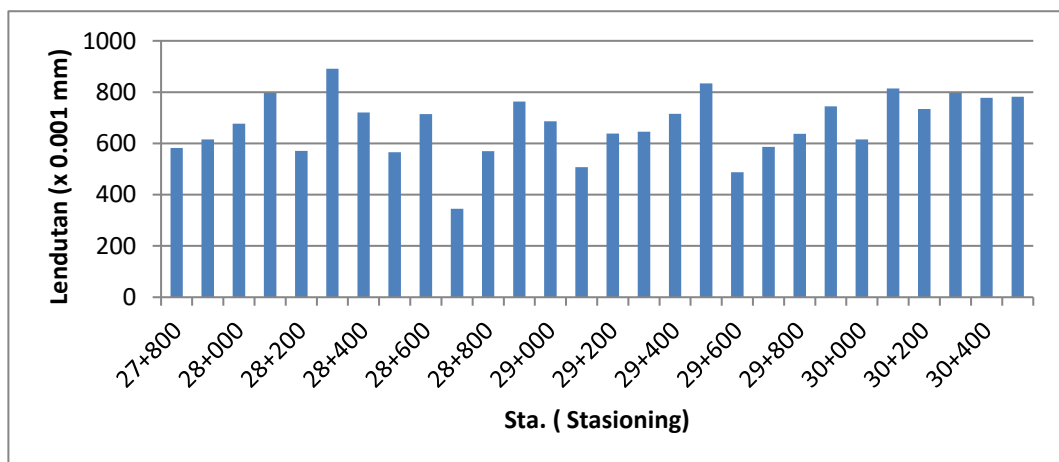
Sumber : perhitungan penelitian

$$\begin{aligned}
 \text{CESAL} &= \text{ESAL}_{2024} + \text{ESAL}_{2025 - 2033} \\
 &= 356.078 + 3.779.803 \\
 &= \mathbf{4.135.881 \text{ ESA}}
 \end{aligned}$$

4.2.5 Lendutan

Data lendutan yang ditinjau adalah data lendutan pada Sta. 27+720 sampai dengan Sta 30+520. Data Lendutan ini diperoleh dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* yang dilengkapi piringan beban berdiameter 300 mm. *Deflektometer* ditempatkan antara 0, 200, 300, 450, 600, 900, dan 1500 mm dari pusat beban dengan pencatatan temperatur perkerasan dan waktu pengukuran. Data lendutan ruas jalan Tegalbuleud -Sindangbarang – Cidaun ditampilkan pada Lampiran 2

Nilai lendutan pada data lendutan harus dikonversi dalam satuan micron (0,001 mm). Nilai pembacaan = 108 x (0,001 mm) = 0,108 mm. Data lendutan yang didapatkan dengan alat *Falling Weight Deflectometer* ini sangat beragam. Hal ini menunjukkan kinerja struktur perkerasan pada masing – masing titik (stasioning) yang berbeda sehingga dapat diketahui area yang memiliki tingkat kerusakan yang serupa. Berikut grafik lendutan di tiap stasioning pada ruas Tegalbuleud – Sidangbarang - Cidaun pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Lendutan
Sumber : perhitungan penelitian

Setelah pengumpulan data-data primer dan sekunder, dimulailah perhitungan untuk tebal lapis tambah (*overlay*) seperti pada Tabel 4.5 dibawah ini

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Dengan Metode Bina Marga Pd T-05-2005-B

STA	Tegangan	Beban Uji	Lendutan FWD	Temperature (°C)					Koreksi Pada Temperatur Standar	Koreksi Musim	Koreksi Beban	Lendutan Terkoreksi (mm)	dL ²
				Udara	Permukaan	Tengah	Bawah	Lapis Aspal	Ft = 14,785 x TL ^{-0,7573}	Ca	FK _{B-FWD} = 4,08 x (Beban Uji) ⁻¹	dL = d _{f1} x Ft x Ca x FK _{B-FWD}	
	T _u	T _p	T _t	T _b	T _L								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
27+800	578	4,10	582	34	45,9	42,68	38,48	42,35	0,9	0,9	0,995	0,452	0,204
27+900	579	4,11	615	34	45,8	42,58	38,38	42,25	0,9	0,9	0,993	0,477	0,228
28+000	578	4,10	677	34	44,9	42,16	37,98	41,68	0,9	0,9	0,995	0,532	0,283
28+100	575	4,08	797	34	44,6	41,86	37,58	41,35	0,9	0,9	1,000	0,633	0,401
28+200	575	4,08	571	34	45,9	42,68	38,48	42,35	0,9	0,9	1,000	0,445	0,198
28+300	578	4,08	891	34	44,9	42,16	37,98	41,68	0,9	0,9	1,000	0,703	0,495
28+400	577	4,11	721	34	46,6	43,38	39,18	43,05	0,9	0,9	0,993	0,551	0,304
28+500	584	4,13	565	34	46,7	43,48	39,28	43,15	0,9	0,9	0,988	0,429	0,184
28+600	579	4,10	714	34	47,7	43,98	39,68	43,79	0,8	0,9	0,995	0,540	0,292
28+700	583	4,10	345	34	47,6	43,88	39,58	43,69	0,8	0,9	0,995	0,262	0,068
28+800	581	4,12	570	34	45,6	42,88	38,18	42,22	0,9	0,9	0,990	0,441	0,195
28+900	582	4,11	763	34	47,1	42,88	38,68	42,89	0,9	0,9	0,993	0,585	0,342
29+000	575	4,13	686	34	45,7	42,48	38,28	42,15	0,9	0,9	0,988	0,530	0,281
29+100	578	4,10	507	34	46,6	43,38	39,18	43,05	0,9	0,9	0,995	0,389	0,151
29+200	573	4,16	638	34	47,7	43,98	39,68	43,79	0,8	0,9	0,981	0,476	0,226

29+300	579	4,13	646	34	46,9	43,68	39,48	43,35	0,9	0,9	0,988	0,489	0,239
29+400	573	4,13	715	34	47,0	43,28	38,98	43,09	0,9	0,9	0,988	0,544	0,296
29+500	575	4,08	834	34	44,5	41,76	37,58	41,28	0,9	0,9	1,000	0,663	0,440
29+600	582	4,07	487	34	47,0	43,28	38,98	43,09	0,9	0,9	1,002	0,376	0,141
29+700	576	4,08	586	34	47,5	43,78	39,48	43,59	0,8	0,9	1,000	0,447	0,200
29+800	575	4,12	637	34	46,6	43,38	39,18	43,05	0,9	0,9	0,990	0,486	0,236
29+900	574	4,11	744	34	46,7	43,48	39,28	43,15	0,9	0,9	0,993	0,568	0,322
30+000	574	4,11	615	34	47,9	44,18	39,88	43,99	0,8	0,9	0,993	0,463	0,214
30+100	578	4,11	814	34	46,1	42,88	38,68	42,55	0,9	0,9	0,993	0,628	0,394
30+200	580	4,15	734	34	46,5	43,28	39,08	42,95	0,9	0,9	0,983	0,557	0,310
30+300	575	4,12	797	34	46,6	43,38	39,18	43,05	0,9	0,9	0,990	0,608	0,370
30+400	584	4,11	778	34	47,5	43,78	39,48	43,59	0,8	0,9	0,993	0,589	0,347
30+500	580	4,18	782	34	47,1	42,88	38,68	42,89	0,9	0,9	0,976	0,590	0,348
											Jumlah	14,453	7,710
											Lendutan Rata Rata (d_R)	0,516	
											Jumlah Titik (n_s)	28	
											Deviasi Standar (S)	0,0962	

Sumber : perhitungan penelitian

Berikut Contoh Perhitungan pada Sta. 27 + 800

- Lendutan FWD (d_{f1}) = 0,582 mm (kolom 4)
- Temperatur Udara (T_u) = 34 °C (kolom 5)
- Temperatur Permukaan (T_p) = 45,9 °C (kolom 6)
- $T_u + T_p = 34 \text{ °C} + 45,9 \text{ °C} = 79,9 \text{ °C}$
- Temperatur Tengah Lapis Beraspal (T_t) = 42,68 °C
..... (kolom 7)
- Temperatur Bawah Lapis Beraspal (T_b) = 38,48 °C
..... (kolom 8)
- Temperatur Lapis Beraspal (T_L) = $1/3 \times (T_p + T_b + T_t)$
 $= 1/3 \times (45,9 + 42,68 + 38,48)$
 $= 42,35 \text{ °C}$ (kolom 9)
- Koreksi Pada Temperatur Standar (F_t) untuk $H_L \geq 10 \text{ cm}$
 maka menggunakan Persamaan (9) :
 $F_t = 14,785 \times T_L^{-0,7573}$
 $F_t = 14,785 \times 42,35 \text{ °C}^{-0,7573}$
 $F_t = 0,9$ (kolom 10)
- Koreksi Musim (C_a)
 $C_a = 0,9$; pemeriksaan dilakukan pada musim hujan
 atau muka air tanah tinggi. (kolom 11)
- Faktor Koreksi Beban Uji *Falling Weight Deflectometer*
 (FWD) Menggunakan Persamaan (11) :
 $FK_{B-FWD} = 4,08 \times (\text{Beban Uji dalam Ton})^{-1}$
 $FK_{B-FWD} = 4,08 \times (4,10)^{-1}$
 $FK_{B-FWD} = 0,995$ (kolom 12)

4.2.6 Lendutan Terkoreksi

- Lendutan Terkoreksi (mm), (d_L)

Menggunakan Persamaan (7) :

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

$$d_L = 0,582 \text{ mm} \times 0,9 \times 0,9 \times 0,995$$

$$d_L = 0,452 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{kolom 13})$$

$$d_L^2 = 0,204 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{kolom 14})$$

- Lendutan Rata – rata pada Seluruh Sta. (d_R)

Menggunakan Persamaan (13) :

$$d_R = \frac{\sum_1^{ns} d}{ns}$$

$$d_R = \frac{14.246}{28}$$

$$d_R = 0,516$$

- Standar Deviasi atau Simpangan Baku dari seluruh Sta.

Menggunakan Persamaan (14) :

$$S = \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns \times (ns-1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(28 \times 0,516) - (7.710)^2}{28 \times (28-1)}}$$

$$S = 0,0962$$

a) Keseragaman Lendutan

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 4.5 maka sebagai gambaran tentang tingkat keseragaman lendutan yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Lendutan FWD Terkoreksi (dL)

Sumber : perhitungan penelitian

Berdasarkan Gambar 4.5 didapatkan lendutan yang terkoreksi rata-rata dari semua stasioning adalah 0,516 mm. Angka tersebut mewakili lendutan yang terkoreksi dari semua stasioning dan berfungsi sebagai d_R .

4.2.7 Keseragaman Lendutan (FK)

Untuk menentukan tingkat keseragaman lendutan menggunakan Persamaan (12), yaitu :

$$\begin{aligned}FK &= (s/d_R) \times 100\% \\ &= (0,0962/0,516) \times 100\% \\ &= 19 \%\end{aligned}$$

Jadi, $11\% < FK < 20\%$ —————> Keseragaman lendutan baik

4.2.8 Lendutan Wakil (D_{wakil} atau $D_{\text{sbl ov}}$)

Lendutan wakil (D_{wakil} atau $D_{\text{sbl ov}}$) dengan menggunakan Persamaan (15) untuk jalan Arteri, yaitu :

$$\begin{aligned}D_{\text{wakil}} \text{ atau } D_{\text{sbl ov}} &= d_R + 2S \\ &= 0,516 + (2 \times 0,0962) \\ &= 0,70 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.2.9 Lendutan Rencana/Ijin (D_{rencana} atau $D_{\text{stl ov}}$)

Menghitung lendutan rencana atau ijin (D_{rencana} atau $D_{\text{stl ov}}$) dapat menggunakan Persamaan (21) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}D_{\text{rencana}} \text{ atau } D_{\text{stl ov}} &= 17,004 \times \text{CESA}^{-0,2307} \\ &= 17,004 \times 4.135.881^{-0,2307} \\ &= 0,51 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.2.10 Menghitung Tebal Lapis Tambah (H_0)

Menghitung tebal lapis ulang (H_0) sesuai dengan Persamaan (22) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}H_0 &= \frac{\{\ln(1,0364) + \ln(D_{\text{sbl ov}}) - \ln(D_{\text{stl ov}})\}}{0,0597} \\ &= \frac{\{\ln(1,0364) + \ln(0,70) - \ln(0,51)\}}{0,0597} \\ &= 5,90 \text{ cm}\end{aligned}$$

4.2.11 Menentukan Koreksi Tebal Lapis Tambah (Fo)

Menentukan koreksi tebal lapis ulang (Fo)

Lokasi ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun (Pedoman perencanaan tebal lapis ulang Pd T-05-2005-B), diperoleh temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) = 34,3°C untuk pantai Selatan (pendekatan ke Pantai Cipatujah) Dengan menggunakan Persamaan (18) maka faktor koreksi tebal lapis ulang (Fo) diperoleh :

$$\begin{aligned} Fo &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \\ &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 34,3)} \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

4.2.12 Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht)

Menghitung tebal lapis ulang terkoreksi (Ht) dengan menggunakan Persamaan (23) yaitu :

$$\begin{aligned} Ht &= Ho \times Fo \\ &= 5,90 \times 0,98 \\ &= 5,78 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Laston dengan Modulus Resilien 2000 MPa dengan Stabilitas Marshall minimum sebesar 800 kg)

4.2.13 Menentukan Jenis Lapis Tambah dan Tebal overlay

Bila jenis campuran beraspal yang akan digunakan sebagai bahan lapis tambah adalah Laston Modifikasi dengan Modulus Resilien 3000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum sebesar 1000 kg maka faktor penyesuaian tebal lapis tambah (FKTBL) sesuai Rumus 19

Jadi tebal lapis tambah yang diperlukan untuk Laston Modifikasi dengan Modulus Resilien 3000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum sebesar 1000 kg adalah:

$$\begin{aligned} Ht &= 5,78 \text{ cm} \times \text{FKTBL} \\ &= 5,78 \text{ cm} \times 0,87 \\ &= 4,91 \text{ cm} \end{aligned}$$

4.3 Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Metode Suplemen Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 SE 2020

4.3.1 Nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif dengan menggunakan Rumus:

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

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = 4,80 (%)

UR = 10 tahun

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

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 4,8\%)^{10} - 1}{0,01 \times 4,8\%}$$

$$R = 10,02$$

4.3.2 Nilai Faktor Distribusi Arah (DD) dan Lajur (DL)

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 Arteri Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50. Sedangkan, untuk jalan ini dengan satu lajur tiap arah, faktor distribusi lajur (DL) diambil 1,00 (Tabel 2.6).

4.3.3 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Berdasarkan nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga yang ditunjukkan oleh Tabel 2.8, dimana lokasi ruas jalan yang di teliti mendekati di Jawa Barat (Lintas Tengah), maka nilai VDF 4 dan VDF 5 masing-masing jenis kendaraan diperoleh seperti pada Tabel 4.6 berikut ini

Tabel 4.6 Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan

Jawa Barat (Lintas Tengah)

Kondisi	Kelas Kendaraan	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A1	Gol. 7A2	Gol. 7B1	Gol. 7B2	Gol. 7C1	Gol. 7C2A	Gol. 7C2B	Gol. 7C3
Faktual	VDF 4	1,2	0,5	4,6	-	5,8	-	-	4,6	2,6	4,2	4,4
	VDF 5	1,3	0,4	6,9	-	9,5	-	-	6,9	3,5	5,4	5,6
Normal	VDF 4	1,2	0,5	2,1	-	3,1	-	-	2,7	1,8	2,8	3,0
	VDF 5	1,3	0,4	2,5	-	3,8	-	-	3,2	1,9	3,2	3,3

Sumber : Suplemen (MDP) 2017 SE 2020

4.3.4 Nilai ESA4 dan ESA5

Beban sumbu standar kumulatif atau **Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)** merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang diuraikan seperti berikut ini.

1. CESA 4

a. Golongan 5b

$$\begin{aligned} \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (119 \times 1,20) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\ &= 26.061 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (125 \times 1,20) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\ &= 274.298 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA}_{5b} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\ &= 26.061 + 274.928 \\ &= 300.359 \text{ ESA} \end{aligned}$$

b. Golongan 6a

$$\begin{aligned} \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (355 \times 0,50) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\ &= 32.394 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA}_{\text{TH2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (372 \times 0,50) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\ &= 340.129 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{6a} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 32.394 + 340.129 \\
 &= 372.523 \text{ ESA}
 \end{aligned}$$

c. Golongan 6b

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (250 \times 4,60) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
 &= 209.875
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (262 \times 2,10) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
 &= 1.006.123
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{6b} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 209.275 + 1.006.123 \\
 &= 1.215.998
 \end{aligned}$$

d. Golongan 7a

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (128 \times 5,80) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
 &= 135.488
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (134 \times 3,10) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
 &= 759.621
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{7a} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 135.488 + 759.621 \\
 &= 895.109
 \end{aligned}$$

e. Golongan 7c

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (15 \times 4,60) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
 &= 12.593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (15 \times 2,70) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
 &= 78.998
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{7c} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 12.593 + 78.998 \\
 &= 91.590
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{CESA 4} &= \text{ESA}_{5b} + \text{ESA}_{6a} + \text{ESA}_{6b} + \text{ESA}_{7a} + \text{ESA}_{7c} \\
&= 300.359 + 372.523 + 1.215.998 + 895.109 + 91.590 \\
&= \mathbf{2.875.579 \text{ ESA4}}
\end{aligned}$$

2. CESA 5

a. Golongan 5b

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
&= (119 \times 1,30) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
&= 28.233
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
&= (125 \times 1,30) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
&= 297.156
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{5b} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
&= 28.233 + 297.156 \\
&= 325.388 \text{ ESA}
\end{aligned}$$

b. Golongan 6a

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
&= (355 \times 0,40) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
&= 25.915
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{\text{TH2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
&= (372 \times 0,40) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
&= 272.103
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{6a} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
&= 25.915 + 272.103 \\
&= 298.018 \text{ ESA}
\end{aligned}$$

c. Golongan 6b

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
&= (250 \times 6,90) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
&= 314.813
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
&= (262 \times 2,50) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
&= 1.197.766
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{6b} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 314.813 + 1.197.766 \\
 &= 1.512.578
 \end{aligned}$$

d. Golongan 7a

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (128 \times 9,50) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
 &= 221.920
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (134 \times 3,80) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
 &= 931.149
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{7a} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 221.920 + 931.149 \\
 &= 1.153.069
 \end{aligned}$$

e. Golongan 7c

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH-1}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{faktual}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (15 \times 6,90) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 1,00 \\
 &= 18.889
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} &= (\text{LHRJK} \times \text{VDF}_{\text{normal}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= (16 \times 3,20) \times 365 \times 0,50 \times 1,00 \times 10,02 \\
 &= 93.627
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA}_{7c} &= \text{ESA}_{\text{TH-1}} + \text{ESA}_{\text{TH 2-10}} \\
 &= 18.889 + 93.627 \\
 &= 112.516
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CESA 5} &= \text{ESA}_{5b} + \text{ESA}_{6a} + \text{ESA}_{6b} + \text{ESA}_{7a} + \text{ESA}_{7c} \\
 &= 325.388 + 298.018 + 1.512.578 + 1.153.069 + 112.516 \\
 &= \mathbf{3.401.569 \text{ ESA5}}
 \end{aligned}$$

4.3.5 Lendutan Terkoreksi Musim

Karena pengujian lendutan dilakukan pada musim penghujan maka tidak diperlukan factor koreksi musim.

4.3.6 Lendutan Terkoreksi Beban Normal

Selanjutnya nilai lendutan tersebut harus dikoreksi oleh beban normal. Sebab, walaupun alat 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. Perhitungannya diuraikan sebagai berikut ini.

1. STA 27+800

$$\begin{aligned} \text{a. } D_0 \text{ normal} &= \frac{40}{\text{beban normal}} \times D_0 \\ &= \frac{40}{38,95} \times 582 \\ &= 597,69 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } D_{200} \text{ normal} &= \frac{40}{\text{beban normal}} \times D_0 \\ &= \frac{40}{38,95} \times 478 \\ &= 490,89 \mu\text{m} \end{aligned}$$

2. STA 27+900

$$\begin{aligned} \text{a. } D_0 \text{ normal} &= \frac{40}{\text{beban normal}} \times D_0 \\ &= \frac{40}{39,05} \times 615 \\ &= 629,96 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } D_{200} \text{ normal} &= \frac{40}{\text{beban normal}} \times D_0 \\ &= \frac{40}{39,05} \times 506 \\ &= 518,31 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4

4.3.7 Lengkung Lendutan

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

1. STA 27+800
 - CF = D_0 normal - D_{200} normal
 - = 597,69 – 490,89
 - = 106,80 μm
2. STA 27+900
 - CF = D_0 normal - D_{200} normal
 - = 629,96 – 518,31
 - = 111,65 μm

Rekapitulasi perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4

4.3.8 Lendutan Terkoreksi Temperatur

Faktor koreksi temperatur untuk pengukuran lendutan dihitung sesuai dengan persamaan 27 lalu menggunakan Tabel 2.11 dan Tabel 2.12. Temperatur perkerasan rata-rata (MAPT) digunakan sebesar 41°C.

$$\begin{aligned}
 f_T &= \frac{MAPT}{\text{Temperatur perkerasan saat pengukuran lendutan}} \\
 &= \frac{41}{38} \\
 &= 1,08
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 2.11 dan Tabel 2.12 dengan AMPT/Temp.perkerasan = 1,08 dan data perkerasan tebal aspal existing = 180 mm, maka didapat faktor koreksi temperatur untuk $D_0 = 1,00$ dan juga faktor koreksi temperatur untuk $D_0-D_{200} = 1,04$. Selanjutnya, nilai lendutan dikoreksi menggunakan faktor koreksi temperatur yang sudah diperoleh tersebut.

1. STA 27+800
 - D_0 terkoreksi temperatur = 1,00 x D_0 normal
 - = 1,04 x 597,69
 - = 621,60 μm
 - $D_0 - D_{200}$ terkoreksi temperatur = 1,04 x CF
 - = 1,04 x 106,80
 - = 115,34 μm

2. STA 27+900

$$\begin{aligned} D_0 \text{ terkoreksi temperatur} &= 1,04 \times D_0 \text{ normal} \\ &= 1,04 \times 629,96 \\ &= 655,16 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_0 - D_{2000} \text{ terkoreksi temperatur} &= 1,00 \times CF \\ &= 1,00 \times 111,65 \\ &= 120,58 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4

4.3.9 Penyesuaian Lendutan (D0) FWD ke BB

Apabila 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 2.14. Berdasarkan Tabel 2.14 dengan tebal aspal eksisting = 180 mm, maka didapat faktor penyesuaian lendutan = 1,28. Sehingga, perhitungan selanjutnya diuraikan sebagai berikut ini.

1. STA 27+800

$$\begin{aligned} D_0 \text{ penyesuaian FWD ke BB} &= 1,28 \times D_0 \text{ terkoreksi temperatur} \\ &= 1,28 \times 621,60 \\ &= 795,65 \mu\text{m} \end{aligned}$$

2. STA 27+900

$$\begin{aligned} D_0 \text{ penyesuaian FWD ke BB} &= 1,28 \times D_0 \text{ terkoreksi temperatur} \\ &= 1,28 \times 655,16 \\ &= 838,60 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4

4.3.10 Menentukan Tebal Overlay Berdasarkan Lendutan Maksimum

Dalam menentukan tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum digunakan grafik pada Gambar 3.1 dengan cara menghitung dan memasukkan nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) ke dalam grafik tersebut. Untuk langkah perhitungannya diuraikan sebagai berikut ini.

1. Hitung D_0 rata-rata

D_0 rata-rata dihitung berdasarkan nilai D_0 yang telah seragam dan telah dikoreksi dengan beban standar 40 kN, faktor musim, faktor temperatur dan juga dengan faktor penyesuaian FWD ke *Benkelman Beam*. Perhitungan D_0 rata-rata selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan D_0 Rata-Rata

NO	STA	Beban	D_0	D_0	D_0	D_0
		(kN)	μm	Normal	Terkoreksi Temp.	Penyesuaian ke BB
				μm	μm	μm
1	27+800	38,95	582	597,69	621,60	795,65
2	27+900	39,05	615	629,96	655,16	838,60
3	28+000	38,95	677	695,25	723,06	925,52
4	28+100	38,76	797	822,50	855,40	1094,91
5	28+200	38,76	571	589,27	612,84	784,44
6	28+300	38,76	891	919,50	956,28	1224,04
7	28+400	39,05	721	738,54	768,08	983,14
8	28+500	39,24	565	575,94	598,98	766,69
9	28+600	38,95	714	733,25	762,58	976,10
10	28+700	38,95	345	354,30	368,47	471,64
11	28+800	39,14	570	582,52	605,82	775,45
12	28+900	39,05	763	781,56	812,82	1040,41
13	29+000	39,24	686	699,29	727,26	930,89
14	29+100	38,95	507	520,67	541,50	693,12
15	29+200	39,52	638	645,75	671,58	859,62
16	29+300	39,24	646	658,51	684,85	876,61
17	29+400	39,24	715	728,85	758,00	970,24
18	29+500	38,76	834	860,68	895,11	1145,74
19	29+600	38,67	487	503,75	523,90	670,59
20	29+700	38,76	586	604,75	628,94	805,04
21	29+800	39,14	637	651,00	677,04	866,61
22	29+900	39,05	744	762,10	792,58	1014,50
23	30+000	39,05	615	629,96	655,16	838,60
24	30+100	39,05	814	833,80	867,15	1109,95
25	30+200	39,43	734	744,61	774,39	991,22
26	30+300	39,14	797	814,51	847,09	1084,28
27	30+400	39,05	778	796,93	828,81	1060,88
28	30+500	39,71	782	787,71	819,22	1048,60
Jumlah					25.643,08	

Sumber : perhitungan penelitian

$$\begin{aligned}
D_0 \text{ Rata-Rata} &= \frac{\sum Do \text{ Penyesuain } BB}{n} \\
&= \frac{\sum 19,385,37}{28} \\
&= 916 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

2. Hitung Standar Deviasi

Standar Deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini. Maka, perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
S &= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns \times (ns-1)}} \\
S &= \sqrt{\frac{(28 \times 24.223.613) - (25.643,08)^2}{28 \times (28-1)}} \\
S &= 165 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

3. Koefisien Variasi

Untuk menentukan Koefisien Variasi menggunakan persamaan yaitu :

$$\begin{aligned}
\text{Koef. Variasi} &= (S/D_0 \text{ rata-rata}) \times 100\% \\
&= (165/916) \times 100\% \\
&= 19 \%
\end{aligned}$$

Jadi, $11\% < \text{Koef. Variasi} < 20\% \longrightarrow$ Koefisien variasi baik

4 Lendutan Karakteristik atau Lendutan Wakil (D_{wakil} atau $D_{\text{sbl ov}}$)

Lendutan wakil (D_{wakil} atau $D_{\text{sbl ov}}$) memakai Lendutan Karakteristik dengan menggunakan Persamaan untuk jalan Arteri, dengan nilai $f = 1,282$ (probabilitas 90%) untuk jalan kolektor dan arteri.

$$\begin{aligned}
\text{Lendutan karakteristik} &= \text{Lendutan rata-rata} - (f \times \text{deviasi standar}) \\
&= 916 + (1,282 \times 165) \\
&= 1.128 \mu\text{m} \\
&= 1,13 \text{ mm}
\end{aligned}$$

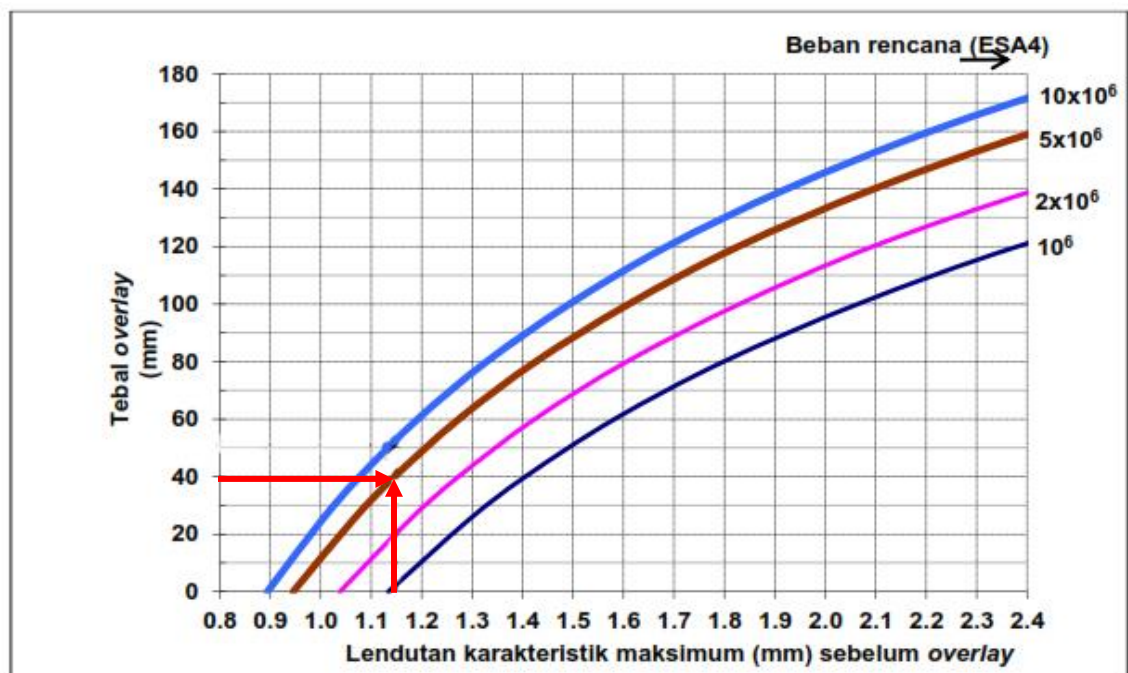
5. Hitung Tebal Overlay

Tentukan tebal overlay dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.1, berdasarkan nilai lendutan karakteristik dan nilai beban rencana lalu lintas (ESA4), dengan data-data yang sudah diperoleh sebagai berikut ini.

Lendutan Karakteristik = 1,13 mm

CESA 4 = 2.875.579 ESA4

Maka, selanjutnya tebal overlay dapat ditentukan dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.6 Menentukan Tebal Overlay dengan Lendutan Karakteristik
Sumber : Suplemen MDP 2017 SE 2020

Sehingga, berdasarkan Gambar 4.7 di atas menunjukkan bahwa tebal lapis tambah (overlay) yang dibutuhkan untuk beban rencana ESA4 sebesar 2.875.579 , yaitu sebesar **40 mm** atau **4 cm**.

4.3.12 Menentukan Tebal Overlay Berdasarkan Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$)

Lengkung lendutan digunakan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas desain lebih besar dari 100.000 ESA4. Desain berdasarkan lendutan maksimum (D_0) 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*, $D_0 - D_{200}$) yang harus diperiksa untuk memastikan bahwa lapis overlay mampu menahan retak lelah. Perkiraan kinerja berdasarkan retak lelah dihitung menggunakan lengkung lendutan karakteristik ($D_0 - D_{200}$). Untuk langkah perhitungannya diuraikan sebagai berikut ini.

1. Hitung $D_0 - D_{200}$ rata-rata

$D_0 - D_{200}$ 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. Perhitungan $D_0 - D_{200}$ rata-rata selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan $D_0 - D_{200}$ Rata-Rata

NO	STA	Beban (kN)	Deflecion			D_{200} Normal	$D_0 - D_{200}$	$D_0 - D_{200}$ Terkoreksi Temp.
			D_0		$D_0 - D_{200}$			
			D_0	D_{200}				
μm	μm	μm	μm	μm	μm			
1	27+800	38,95	582	478	597,69	490,89	106,80	115,34
2	27+900	39,05	615	506	629,96	518,31	111,65	120,58
3	28+000	38,95	677	547	695,25	561,75	133,50	144,18
4	28+100	38,76	797	723	822,50	746,13	76,37	82,48
5	28+200	38,76	571	466	589,27	480,91	108,36	117,03
6	28+300	38,76	891	756	919,50	780,19	139,31	150,45
7	28+400	39,05	721	625	738,54	640,20	98,34	106,21
8	28+500	39,24	565	473	575,94	482,16	93,78	101,28
9	28+600	38,95	714	602	733,25	618,23	115,02	124,22
10	28+700	38,95	345	300	354,30	308,09	46,21	49,91
11	28+800	39,14	570	477	582,52	487,48	95,04	102,64
12	28+900	39,05	763	635	781,56	650,45	131,11	141,60
13	29+000	39,24	686	560	699,29	570,85	128,44	138,72
14	29+100	38,95	507	451	520,67	463,16	57,51	62,11

15	29+200	39,52	638	519	645,75	525,30	120,45	130,09
16	29+300	39,24	646	559	658,51	569,83	88,68	95,77
17	29+400	39,24	715	628	728,85	640,16	88,69	95,79
18	29+500	38,76	834	691	860,68	713,11	147,57	159,38
19	29+600	38,67	487	404	503,75	417,90	85,85	92,72
20	29+700	38,76	586	497	604,75	512,90	91,85	99,20
21	29+800	39,14	637	511	651,00	522,23	128,77	139,07
22	29+900	39,05	744	628	762,10	643,28	118,82	128,33
23	30+000	39,05	615	544	629,96	557,23	72,73	78,55
24	30+100	39,05	814	671	833,80	687,32	146,48	158,20
25	30+200	39,43	734	591	744,61	599,54	145,07	156,68
26	30+300	39,14	797	601	814,51	614,21	200,30	216,32
27	30+400	39,05	778	677	796,93	693,47	103,46	111,74
28	30+500	39,71	782	657	787,71	661,80	125,91	135,98
JUMLAH								3354,57

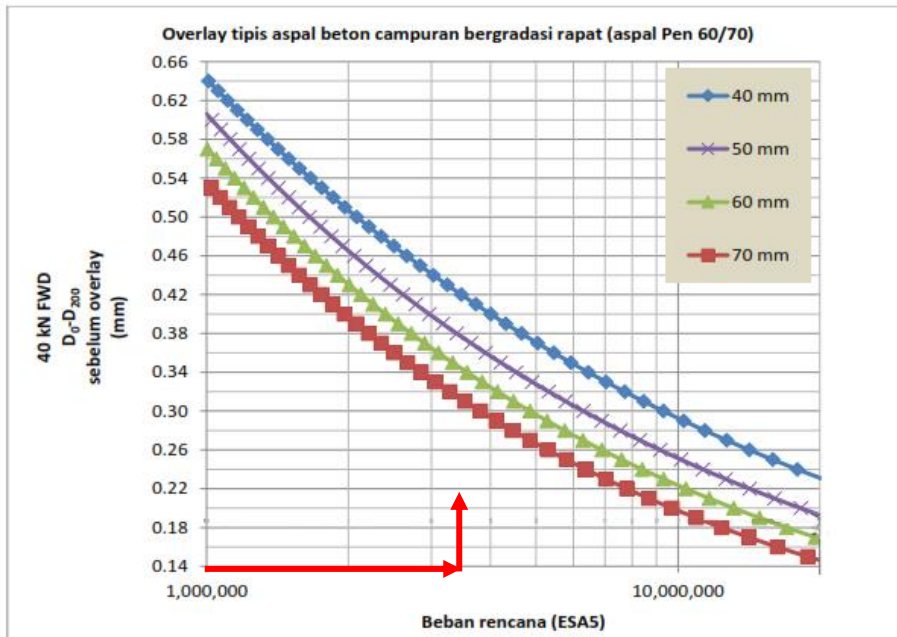
Sumber : Perhitungan Penelitian

$$\begin{aligned}
 D_0 - D_{200} \text{ Rata-Rata} &= \frac{\sum D_0 - D_{200} \text{ terkoreksi temperatur}}{n} \\
 &= \frac{\sum 33354,57}{28} \\
 &= 119 \mu\text{m} \\
 &= 0,12 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

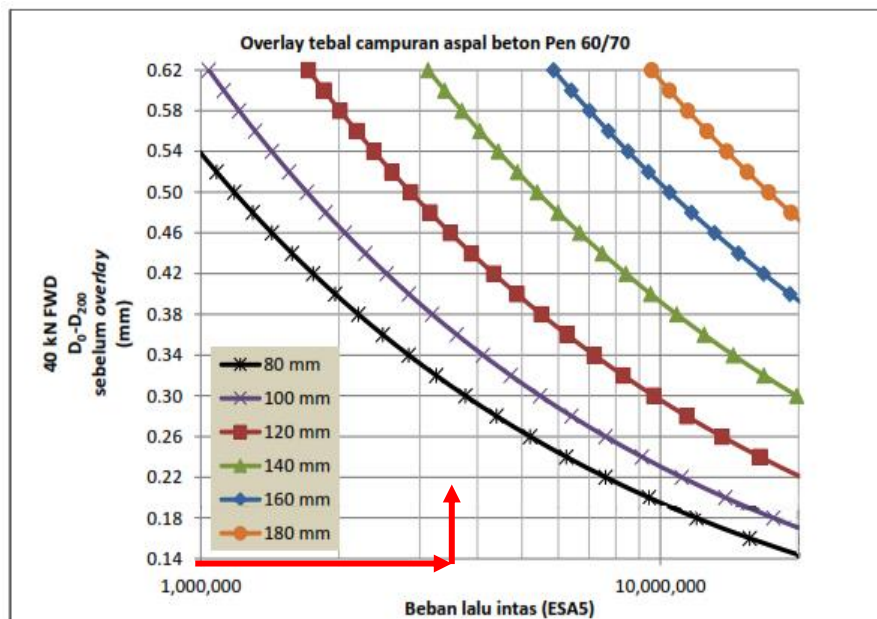
2. Hitung Tebal Overlay

Tentukan tebal overlay dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.7, berdasarkan nilai lengkung lendutan rata-rata ($D_0 - D_{200}$ rata-rata) dan nilai beban rencana lalu lintas (ESA5), dengan data-data yang sudah diperoleh sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned}
 D_0 - D_{200} \text{ rata-rata} &= 0,12 \text{ mm} \\
 \text{CESA5} &= 3.401.569
 \end{aligned}$$



(a) Overlay Tipis



(b) Overlay Tebal

Gambar 4.7 Gambar Grafik Tebal Overlay berdasarkan D_0-D_{200} dengan ESA5

Sumber : Suplemen MDP 2017 SE 2020

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.8, dengan data $D_0 - D_{200}$ rata-rata sebesar 0,120 mm, maka dapat dilihat bahwa jalan Arteri ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun masih mampu menahan retak leleh, sehingga belum diperlukan overlay tipis maupun overlay tebal.

4.4 Pembahasan

Kondisi struktural perkerasan ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang – Cidaun sebelum overlay dari data lendutan FWD, yaitu 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 lengkung lendutan yang tidak terlalu besar, sehingga pada kondisi ini, ruas jalan tersebut dianggap masih sanggup untuk mengatasi retak lelah. Nilai lendutan tersebut dapat mencerminkan kondisi struktural suatu ruas jalan, sebab semakin tinggi nilai lendutan yang dihasilkan, maka kondisi struktural suatu ruas jalan akan semakin buruk. Hanya saja ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun memerlukan tebal overlay sebesar 4 cm untuk mencegah terjadinya alur dan perubahan bentuk permanen pada *subbase* dan tanah dasar.

4.4.1 Perbandingan Konsep Desain

Pd T-05-2005-B merupakan salah satu pedoman yang menjadi dasar teori perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur. Pedoman ini merupakan revisi Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam (01/MN/B/1983) dan selain berlaku untuk data lendutan yang diperoleh berdasarkan alat *Benkelman Beam* juga berlaku untuk data lendutan yang diperoleh dengan alat *Falling Weight Deflectometer* (Pd-T-05-2005-B).

Berdasarkan perencanaan dengan cara mekanistik (teori elastis linier) yang mengatakan bahwa kebutuhan kekuatan struktur perkerasan yang dicerminkan dengan besaran lendutan sejalan dengan akumulasi beban lalu lintas rencana, maka makin banyak lalu lintas yang akan dilayani, lendutan rencana harus makin kecil.

Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan tebal overlay perkerasan lentur metode PD-T-05-2005-B adalah:

1. Beban lalu lintas,
2. Pertumbuhan lalu lintas,
3. Jumlah Lajur dan koefisien distribusi kendaraan,
4. Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)
5. Faktor koreksi temperatur rata-rata tahunan daerah
6. Faktor musim dan koreksi lendutan,

Sedangkan metode desain yang digunakan pada metode Suplemen MDP 2017 SE 2020 adalah metode mekanistik empiris yang telah digunakan secara meluas di berbagai negara yang telah berkembang. Dengan metode ini analisis struktur perkerasan dilakukan menggunakan prinsip-prinsip mekanik yang digunakan untuk memprediksi kinerja struktur berdasarkan pengalaman empiris.

Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan tebal overlay perkerasan lentur metode Suplemen MDP 2017 SE 2020 adalah:

1. Beban lalu lintas,
2. Pertumbuhan lalu lintas,
3. Faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*),
4. Faktor koreksi beban, musim dan temperatur,
5. Faktor penyesuaian *Benkelman Beam*,
6. Lendutan maksimum dan lengkung lendutan.

4.4.2 Perbandingan Parameter Desain

Perbedaan parameter desain yang digunakan pada metode Pd T-05-2005-B dan Suplemen MDP 2017 SE 2020 menyebabkan hasil desain yang berbeda pula. Untuk perbandingan parameter desain yang digunakan pada metode Pd T-05-2005-B dan Suplemen MDP 2017 SE 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut.

**Tabel 4.9 Perbandingan Parameter Desain Metode Bina Marga
Pd T-05-2005-B dan Suplemen MDP 2017 SE 2020**

No	Parameter	Pd T-05-2005-B	Suplemen MDP 2017 SE 2020
1	LHR	Dihitung dari Golongan 2 sampai Golongan 7C	Dihitung dari Golongan 5B sampai golongan 7C
2	Angka Ekuivalen (E)	Ditentukan sesuai konfigurasi sumbu kendaraan yang berbeda, sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal (STRT), sumbu belakang dapat merupakan Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG), sumbu Dual Roda Ganda (SDRG) atau sumbu Tripel Roda Ganda (STrRG)	Beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>). Menggunakan data VDF masing-masing jenis kendaraan sesuai daerah masing - masing
3	CESA	<ul style="list-style-type: none"> - Ekuivalen Beban Sumbu - Koefisien distribusi Kendaraan - Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas 	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor Ekuivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>) tiap jenis kendaraan niaga - Faktor distribusi arah. - Faktor distribusi lajur - Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
4	Faktor penyesuaian	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft) - Koreksi musim Kemarau = 1,2 Hujan = 0,9 - temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah/kota tertentu = 34,3 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Koreksi beban normal = 40 kN - Koreksi musim Kemarau = 1,2 Hujan = 1,0 - Koreksi temperatur = 1,04 - Koreksi penyesuaian FWD ke BB = 1,28
5	Parameter lain	<ul style="list-style-type: none"> - Lendutan Langsung (D_L) = 14,453 mm - Lendutan Rata-rata (D_R) = 0,516 mm - Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lendutan Karakteristik = 1.128 μm = 1,13 mm - Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$) = 120 μm = 0,12 mm

4.4.3 Perbandingan Prosedur Desain

Prosedur perhitungan metode Pd T-05-2005-B untuk mendapatkan tebal overlay yaitu dengan menghitung lintas ekuivalen selama umur rencana (ESAL), Lintas ekuivalen selama umur rencana dihitung berdasarkan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), umur rencana (UR), faktor pertumbuhan lalu lintas (r), Koefisien distribusi kendaraan (C) dan faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N). Selanjutnya dilakukan perhitungan lendutan dengan menggunakan alat FWD. Lendutan ini sangat memperhatikan temperatur udara, temperatur perkerasan, dan temperatur permukaan. Lendutan yang digunakan adalah lendutan pada pusat beban (df_1). Nilai lendutan ini harus dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 4,08 ton) Hasil uji lendutan tersebut dianalisis berdasarkan faktor keseragaman. Dari hasil faktor koreksi tersebut akan diperoleh nilai lendutan langsung (DL). Kemudian nilai tersebut dirata-rata lalu dicari nilai standar deviasinya. Selanjutnya, besarnya lendutan wakil (Dwakil) disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan yang sedang diteliti, dan dilanjutkan dengan menghitung Lendutan Rencana (Drencana). Selanjutnya tebal lapis tambah dapat dihitung dengan dikoreksi terlebih dahulu dengan temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu.

Sedangkan prosedur perhitungan metode Suplemen MDP 2017 SE 2020 untuk mendapatkan tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum yaitu dengan menggunakan grafik yang telah disediakan oleh Bina Marga 2017 dengan memasukkan nilai CESA4 dan nilai lendutan maksimum wakil. Nilai CESA4 dihitung berdasarkan beberapa parameter, yaitu lalu lintas harian (LHR), umur rencana (UR), faktor pertumbuhan lalu lintas (R), faktor distribusi arah dan lajur kendaraan dan juga faktor ekuivalen beban (VDF). Sedangkan, untuk nilai lendutan maksimum diperoleh berdasarkan uji lendutan menggunakan alat FWD. Hasil uji lendutan tersebut dianalisis berdasarkan faktor keseragaman, faktor koreksi musim, faktor koreksi beban, faktor koreksi temperatur dan faktor penyesuaian FWD ke BB. Dari hasil faktor koreksi tersebut akan diperoleh nilai lendutan maksimum (D_0) untuk setiap stasiun. Kemudian nilai tersebut dirata-rata lalu dicari nilai standar

deviasinya. Selanjutnya, besarnya lendutan wakil disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan yang sedang diteliti. Setelah diperoleh nilai lendutan wakil dan nilai CESA4, maka grafik pada Suplemen MDP 2017 SE 2020 dapat digunakan untuk memperoleh tebal overlay yang dibutuhkan.

Pada metode Suplemen MDP 2017 SE 2020 terdapat parameter lainnya, yaitu berupa lengkung lendutan (D0 – D200). Analisis lengkung lendutan (D0 – D200) diperlukan untuk memastikan bahwa lapis overlay mampu menahan retak lelah (fatigue cracking). Prosedur perhitungan tebal overlay berdasarkan lengkung lendutan pada dasarnya sama seperti prosedur perhitungan tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum, hanya saja pada perhitungan tebal overlay berdasarkan lengkung lendutan menggunakan nilai CESA5 dan nilai lengkung lendutan (D0 – D200) rata-rata terkoreksi.

4.4.4 Perbandingan Hasil Desain

Berdasarkan adanya perbedaan konsep desain, parameter desain dan prosedur desain yang digunakan pada Metode Pd T-05-2005-B dan Suplemen MDP 2017 SE 2020, maka akan menghasilkan hasil desain yang berbeda pula. Metode Pd T-05-2005-B menghasilkan hasil desain yang lebih besar dibandingkan metode Suplemen MDP 2017 SE 2020. Perbandingan hasil desain kedua metode dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Desain

Parameter	Pd T-05-2005-B	Suplemen MDP 2017 SE 2020
<i>Design Traffic</i>	- LHR (Golongan 2 – 7c) = 8.793 kend/hari - CESA = 4.135.881	- LHR (Golongan 5b – 7c) = 867 kend/hari - CESA = 2.875.579 ESA4
Tebal <i>Overlay</i> (cm)	5,78 cm	4,00 cm

Berdasarkan Tabel 4.11 di atas, metode Pd T-05-2005-B menghasilkan tebal *overlay* sebesar 5,78 cm dengan *design traffic* sebesar 4.135.881, sedangkan metode Suplemen MDP 2017 SE 2020 menghasilkan tebal *overlay* sebesar 4 cm dengan *design traffic* sebesar 2.875.579 ESA4. Penyebab perbedaan hasil tebal *overlay* antara kedua metode tersebut dapat terjadi karena perbedaan *design traffic* yang dihasilkan. Pada metode Suplemen MDP 2017 SE 2020, hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis, sedangkan pada metode Pd T-05-2005-B kendaraan ringan hingga berat juga perlu diperhitungkan dalam analisis, sehingga metode Pd T-05-2005-B menghasilkan *design traffic* yang lebih besar dibandingkan metode Suplemen MDP 2017 SE 2020. Hal ini yang membuat desain tebal *overlay* metode Pd T-05-2005-B lebih besar dibandingkan metode Suplemen MDP 2017 SE 2020, sebab tebal *overlay* juga dipengaruhi oleh *design traffic* suatu ruas jalan.

Berdasarkan analisis lendutan maksimum pada metode Suplemen MDP 2017 SE 2020, diperoleh tebal *overlay* sebesar 4 cm, sedangkan berdasarkan analisis lengkung lendutan rata-rata ($D_0 - D_{200}$) diperoleh nilai lengkung lendutan di bawah minimum nilai lengkung lendutan yang ada, maka ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang - Cidaun dianggap masih mampu menahan retak lelah, sehingga belum diperlukan *overlay* tebal maupun *overlay* tipis. Sebab, semakin rendah nilai lendutan yang dihasilkan, maka kondisi struktural suatu ruas jalan akan semakin baik. Sehingga, dengan desain tebal *overlay* berdasarkan nilai lendutan maksimum sebesar 4 cm dinilai sudah cukup untuk meningkatkan nilai struktural perkerasan yaitu berupa

mencegah terjadinya alur dan perubahan bentuk permanen pada *subbase* dan tanah dasar pada ruas jalan Tegalbuleud – Sindangbarang – Cidaun.

Setelah hasil kedua metoda diketahui, maka berdasarkan efektifitasnya didapat bahwa metoda MDP 2017 SE 2020 lebih efektif karena menghasilkan tebal lebih kecil daripada Pd T-05-2005-B sehingga lebih efisien dalam segi biaya pelaksanaannya. Serta dalam proses pengambilan data, metoda MDP 2017 SE 2020 lebih efektif dikarenakan metoda ini sudah banyak data empiris dalam bentuk tabel-tabel sesuai lokasi penelitiannya di seluruh Indonesia.