

LAMPIRAN A
DATA HASIL ANALISIS

A1. Data hasil analisis lalu lintas.

No	Golongan Kendaraan	Jenis	LHR 2017	LHR 2018	LHR 2020	LHR 2028
1	1	Sepeda Motor, Skuter, & Kendaraan Roda Tiga	33367	34535	36995	45075
2	2	Sedan, Jeep, kijang & Station Wagon	3354	3472	3719	4532
3	3	Pick-up, mobil box	1168	1209	1295	1578
4	4	Angkutan non bus (angkot)	0	0	0	0
5	5a	Bus sedang (AKDP)	32	34	36	44
6	5b	Bus Besar (AKAP)	6	7	7	9
7	6a	Truk sedang (Truk Dua Sumbu Empat Roda)	481	498	534	651
8	6b	Truk besa (Truk dua sumbu empat roda)	20	21	23	29
9	7a	Truk tiga sumbu	0	0	0	0
10	7b	Truk gandeng	0	0	0	0
11	7c	Truk semi trailer	6	7	7	9
12	8	kendaraan tak bermotor	484	501	537	655

Analisis LHR

Tabel Analisis Akumulasi Ekvivalen Sumbu Standart

No	Golongan Kendaraan	Jenis	LHR (Kendaraan/Hari/Dua Arah)	E	C	N	CESA
1	1	Sepeda Motor, Skuter, & Kendaraan Roda Tiga	47068	0	0.5	11.93669254	0
2	2	Sedan, Jeep, kijang & Station Wagon	4732	0.00045	0.5	11.93669254	4638.78374
3	3	Pick-up, mobil box	1648	0.035	0.5	11.93669254	125652.7877
4	4	Angkutan non bus (angkot)	0	0.035	0.5	11.93669254	0
5	5a	Bus sedang (AKDP)	46	0.159	0.5	11.93669254	15933.15689
6	5b	Bus Besar (AKAP)	9	0.311	0.5	11.93669254	6097.471442
7	6a	Truck sedang (Truk Dua Sumbu Empat Roda)	679	0.159	0.5	11.93669254	235187.2506
8	6b	Truk besa (Truk dua sumbu empat roda)	29	2.548	0.5	11.93669254	160969.7606
9	7a	Truk tiga sumbu	0	2.329	0.5	11.93669254	0
10	7b	Truk gandeng	0	7.059	0.5	11.93669254	0
11	7c	Truk semi trailer	9	4.584	0.5	11.93669254	89873.98421
12	8	kendaraan tak bermotor	683	0	0.5	11.93669254	0
						jumlah	638353.1951

Analisis Lendutan Balik (d_b)

	Station	Beban Uji (ton)	Lendutan Balik/BB (mm)			Temperatur (°C)					Koreksi Pada Temperatur Standart (F_t)	Faktor Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban Uji ($F_{k,bb}$)	lendutan terkoreksi (d_b)	d_b^2	Segmen
			d_1	d_2	d_3	T_u	T_p	T_t	T_b	T_L						
1	5+000	11.3	0	0.33	0.45	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.535293924	0.286539585	Segmen 1
2	5+050	11.3	0	0.27	0.44	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.523398504	0.273945994	
3	5+100	11.3	0	0.2	0.38	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.45202598	0.204327487	
4	5+150	11.3	0	0.74	0.91	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	1.082483269	1.171770028	
5	5+200	11.3	0	0.3	0.45	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.535293924	0.286539585	
6	5+250	11.3	0	0.4	0.55	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.65424813	0.428040615	
7	5+300	11.3	0	0.29	0.46	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.547189345	0.299416179	
8	5+350	11.3	0	0.33	0.5	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.594771027	0.353752574	
9	5+400	11.3	0	0.4	0.61	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.725620653	0.526525332	
10	5+450	11.3	0	0.35	0.48	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.570980186	0.326018373	
11	5+500	11.3	0	0.27	0.4	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.475816822	0.226401648	
12	5+550	11.3	0	0.39	0.56	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.66614355	0.443747229	
13	5+600	11.3	0	0.21	0.32	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.380653457	0.144897054	
14	5+650	11.3	0	0.55	0.66	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.785097756	0.616378486	
15	5+700	11.3	0	0.17	0.39	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.463921401	0.215223066	
16	5+750	11.3	0	0.28	0.36	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.428231319	0.183385335	
17	5+800	11.3	0	0.4	0.52	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.618561868	0.382618785	
18	5+850	11.3	0	0.17	0.33	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.392548878	0.154094621	
19	5+900	11.3	0	0.18	0.25	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.297385513	0.088438144	
20	5+950	11.3	0	0.17	0.23	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.273594672	0.074854045	
21	6+000	11.3	0	0.27	0.42	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.499607663	0.249607817	
22	6+050	11.3	0	0.14	0.2	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.237908411	0.056600412	
23	6+100	11.3	0	0.26	0.34	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.404444298	0.16357519	
24	6+150	11.3	0	0.39	0.43	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.511503083	0.261635404	
25	6+200	11.3	0	0.26	0.45	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.535293924	0.286539585	
26	6+250	11.3	0	0.24	0.42	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.499607663	0.249607817	
27	6+300	11.3	0	0.25	0.39	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.463921401	0.215223066	
28	6+350	11.3	0	0.31	0.44	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.523398504	0.273945994	
29	6+400	11.3	0	0.33	0.47	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.559084765	0.312575775	
30	6+450	11.3	0	0.13	0.21	30	39	39.0	34.4	37.5	0.973194264	1.2	0.509294537	0.249803831	0.062401954	
31	6+500	11.3	0	0.25	0.32	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.368910713	0.136095114	
32	6+550	11.3	0	0.23	0.29	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.334325334	0.111773429	
33	6+600	11.3	0	0.2	0.95	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	1.095203679	1.199471098	
34	6+650	11.3	0	0.19	0.35	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.403496092	0.162809096	
35	6+700	11.3	0	0.41	0.59	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.680179127	0.462643645	
36	6+750	11.3	0	0.22	0.35	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.403496092	0.162809096	
37	6+800	11.3	0	0.34	0.58	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.668650667	0.447093715	
38	6+850	11.3	0	0.37	0.5	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.576422989	0.332263462	
39	6+900	11.3	0	0.49	0.55	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.634065288	0.402038789	
40	6+950	11.3	0	0.4	0.42	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.484195311	0.234445099	
41	7+000	11.3	0	0.6	0.74	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.853106023	0.727789887	
42	7+050	11.3	0	0.25	0.43	31	43	41.7	36.8	40.5	0.943172282	1.2	0.509294537	0.49572377	0.245742057	

LAMPIRAN B
Dokumentasi Survei Lapangan

B1. Alat Alat Yang Digunakan



Truk penguji dengan berat total 11.3 ton



Alat uji *Benkelman Beam*



Cone / kerucut yang digunakan untuk pengamanan lalu lintas



Thermometer pengukur suhu udara dan temperatur perkarasan

B2. Pelaksanaan Survei Pengambilan Data Lendutan Jalan



Proses pengamanan lalu lintas di bagian depan truk penguji



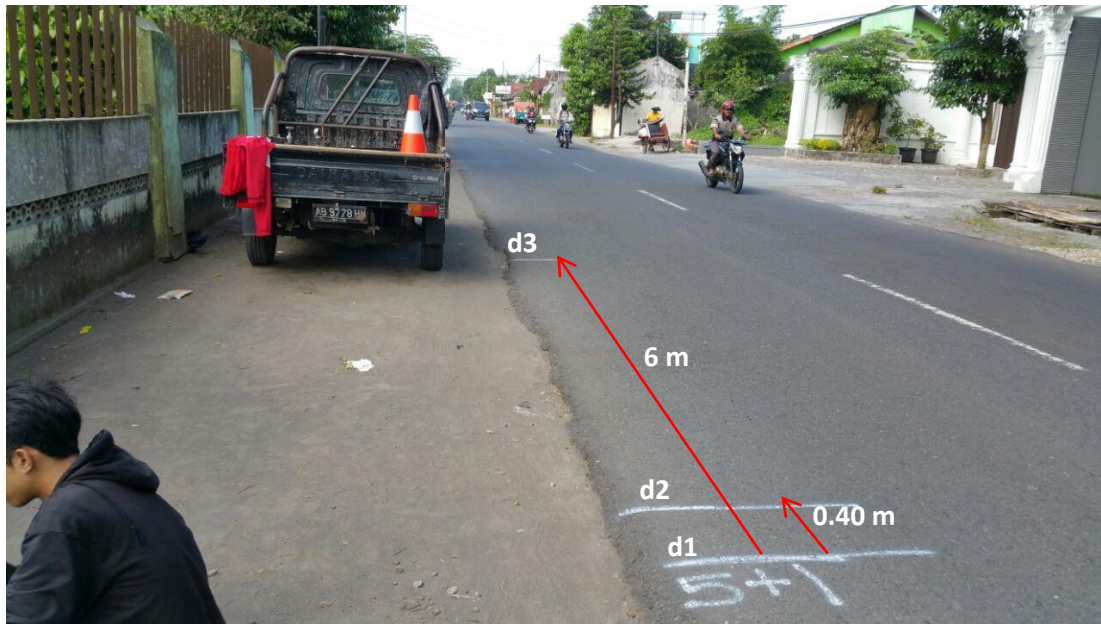
Proses pengamanan lalu lintas di bagian belakang truk penguji



Proses data temeperatur udara



Proses data temeperatur perkerasan jalan



Skema titik pengujian *Benkelman Beam* pada setiap titik.



Penyiapan perletakan alat sebelum melakukan pengujian.



Pengaturan kaki kaki BB agar alat menjadi seimbang serta pengaturan arloji pengukur lendutannya



Pembacaan lendutan yang terjadi saat truk berjalan dari titik d1 ke d2 dan ke d3

LAMPIRAN C

Contoh Perhitungan Tebal Lapis Tambah

Diketahui:

- a) Lokasi Jalan : Ruas Purwakarta-Plered (Jalan Arteri)
- b) Lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 5 tahun (CESA) =
30.000.000 ESA
- c) Tebal lapis beraspal (AC) = 20 cm
- d) Pengujian lendutan dilakukan pada arah Plered dengan alat FWD dan BB
- e) Pelaksanaan pengujian pada musim kemarau

Berapa tebal lapis tambah yang diperlukan untuk umur rencana 5 tahun dengan jumlah repetisi beban lalu lintas 30.000.000 ESA jika menggunakan metode lendutan BB?

Data Lendutan Hasil Pengujian Dengan BB

KM	Beban Uji (ton)	Lendutan balik/BB (mm)			Temperatur (°C)	
		d1	d2	d3	Tu	Tp
82,000	8,20	0,00	0,07	0,17	29	46,1
82,100	8,20	0,00	0,09	0,18	29	44,0
82,200	8,20	0,00	0,07	0,14	29	44,1
82,300	8,20	0,00	0,05	0,15	30	42,6
82,400	8,20	0,00	0,07	0,20	31	38,3
82,500	8,20	0,00	0,07	0,14	31	43,7
82,600	8,20	0,00	0,17	0,31	31	46,9
82,700	8,20	0,00	0,07	0,13	32	46,2
82,800	8,20	0,00	0,08	0,22	32	46,6
82,900	8,20	0,00	0,07	0,14	32	36,5
83,000	8,20	0,00	0,08	0,15	32	44,7
83,100	8,20	0,00	0,09	0,15	32	42,8
83,200	8,20	0,00	0,07	0,14	32	45,5
83,300	8,20	0,00	0,20	0,30	32	44,6
83,400	8,20	0,00	0,09	0,18	32	43,3
83,500	8,20	0,00	0,07	0,18	33	43,2
83,600	8,20	0,00	0,09	0,19	33	43,5
83,700	8,20	0,00	0,09	0,20	34	44,0
83,800	8,20	0,00	0,07	0,25	33	38,4
83,900	8,20	0,00	0,10	0,16	33	40,5
84,000	8,20	0,00	0,09	0,16	34	45,4

Penyelesaian

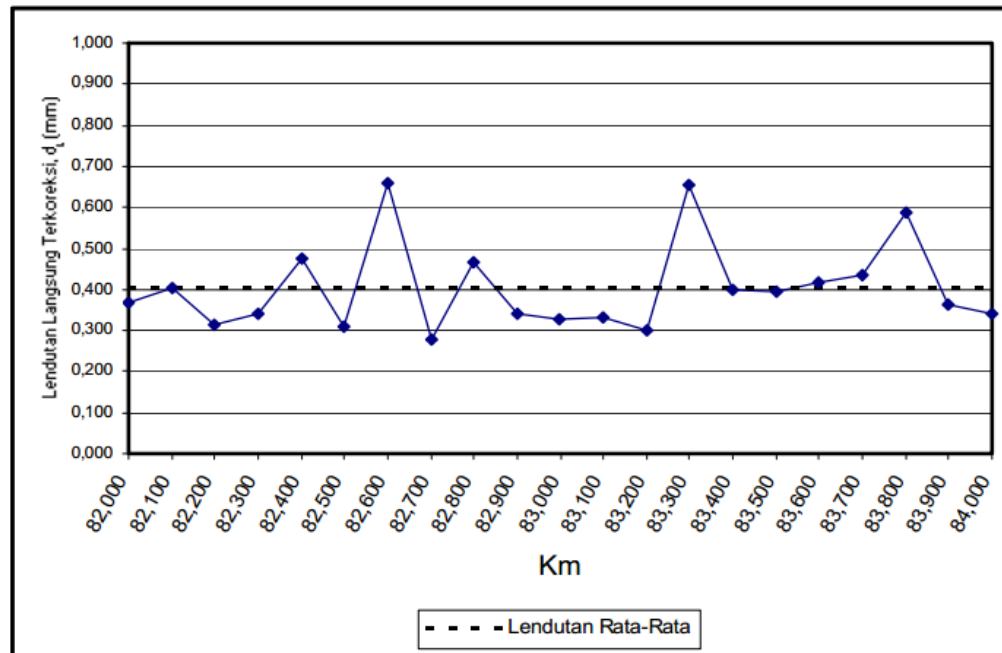
1. Untuk mengkoreksi nilai lendutan lapangan dapat menggunakan Rumus 7, sedangkan hasil lendutan yang telah dikoreksi ditunjukkan pada Tabel B.4.

Nilai Lendutan Terkoreksi (dB)

Sta	Beban Uji (ton)	Lendutan balik/BB (mm)			Temperatur (°C)					Koreksi Pada Temperatur Standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban (FK _{B-BB})	Lendutan Terkoreksi (mm), d _B = $2(d_3-d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB}$	d _B ²
		d1	d2	d3	T _u	T _p	T _t	T _b	T _L					
82,000	8,20	0,00	0,07	0,17	29	46,1	37,3	34,6	39,4	0,9	1,2	0,990	0,370	0,137
82,100	8,20	0,00	0,09	0,18	29	44,0	36,3	33,7	38,0	0,9	1,2	0,990	0,402	0,162
82,200	8,20	0,00	0,07	0,14	29	44,1	36,4	33,7	38,1	0,9	1,2	0,990	0,312	0,098
82,300	8,20	0,00	0,05	0,15	30	42,6	36,1	33,5	37,4	1,0	1,2	0,990	0,339	0,115
82,400	8,20	0,00	0,07	0,20	31	38,3	34,5	32,0	34,9	1,0	1,2	0,990	0,476	0,227
82,500	8,20	0,00	0,07	0,14	31	43,7	37,1	34,5	38,4	0,9	1,2	0,990	0,310	0,096
82,600	8,20	0,00	0,17	0,31	31	46,9	38,7	35,9	40,5	0,9	1,2	0,990	0,660	0,435
82,700	8,20	0,00	0,07	0,13	32	46,2	38,8	36,1	40,4	0,9	1,2	0,990	0,277	0,077
82,800	8,20	0,00	0,08	0,22	32	46,6	39,0	36,2	40,6	0,9	1,2	0,990	0,467	0,218
82,900	8,20	0,00	0,07	0,14	32	36,5	34,2	31,6	34,1	1,0	1,2	0,990	0,340	0,115
83,000	8,20	0,00	0,08	0,15	32	44,7	38,1	35,4	39,4	0,9	1,2	0,990	0,326	0,106
83,100	8,20	0,00	0,09	0,15	32	42,8	37,2	34,5	38,2	0,9	1,2	0,990	0,334	0,112
83,200	8,20	0,00	0,07	0,14	32	45,5	38,5	35,7	39,9	0,9	1,2	0,990	0,301	0,091
83,300	8,20	0,00	0,20	0,30	32	44,6	38,1	35,3	39,3	0,9	1,2	0,990	0,653	0,426
83,400	8,20	0,00	0,09	0,18	32	43,3	37,4	34,7	38,5	0,9	1,2	0,990	0,398	0,159
83,500	8,20	0,00	0,07	0,18	33	43,2	37,9	35,1	38,7	0,9	1,2	0,990	0,396	0,157
83,600	8,20	0,00	0,09	0,19	33	43,5	38,0	35,3	38,9	0,9	1,2	0,990	0,417	0,174
83,700	8,20	0,00	0,09	0,20	34	44,0	38,7	36,0	39,6	0,9	1,2	0,990	0,433	0,188
83,800	8,20	0,00	0,07	0,25	33	38,4	35,6	32,9	35,6	1,0	1,2	0,990	0,586	0,344
83,900	8,20	0,00	0,10	0,16	33	40,5	36,6	33,9	37,0	1,0	1,2	0,990	0,365	0,133
84,000	8,20	0,00	0,09	0,16	34	45,4	39,4	36,6	40,5	0,9	1,2	0,990	0,341	0,116
Jumlah												8,505	3,686	
Lendutan Rata-rata (d _R)												0,405		
Jumlah Titik (n _s)												21		
Deviasi Standar (s)												0,1097		

2. Keseragaman lendutan

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel B.4 maka sebagai gambaran tentang tingkat keseragaman lendutan yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada Gambar C.1



Gambar C.1. Lendutan BB Terkoreksi (db)

Untuk memastikan tingkat keseragaman lendutan dengan menggunakan Rumus 15, yaitu:

$$FK = (s/dR) \times 100\% = (0,1097/0,405) \times 100\% \\ = 27,1$$

Jadi; $20 < FK < 30$ --> Keseragaman lendutan cukup baik

3. Lendutan wakil (Dwakil atau Dsbl ov) dengan menggunakan Rumus 18 (untuk Jalan Arteri), yaitu:

$$\text{Dwakil atau Dsbl ov} = dR + 2 S \\ = 0,405 + 2 \times 0,1097 \\ = 0,624 \text{ mm}$$

4. Menghitung lendutan rencana/Ijin/ (Drencana atau Dstl ov) dapat menggunakan Gambar 4 Kurva D atau dengan Rumus 24 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Drencana atau Dstl ov} &= 22,208 \times \text{CESA}-0,2307 \\ &= 22,208 \times 30.000.000-0,2307 \\ &= 0,408 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Menghitung tebal lapis tambah (Ho) sesuai Gambar 5 atau dengan Rumus 25 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_o &= \{\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(\text{Dsbl ov}) - \text{Ln}(\text{Dslt ov})\}/0,0597 \\ &= \{\text{LN}(1,0364)+\text{LN}(0,624)-\text{LN}(0,408)\}/0,0597 \\ &= 7,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

6. Menentukan koreksi tebal lapis tambah (Fo) Lokasi ruas jalan Purwakarta-Plered pada Tabel A1 (Lampiran A), diperoleh temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) = 35,4 oC. Dengan menggunakan Gambar 2 atau menggunakan Rumus 21 maka faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) diperoleh:

$$\begin{aligned} F_o &= 0,5032 \times \text{EXP}(0,0194 \times \text{TPRT}) \\ &= 0,5032 \times \text{EXP}(0,0194 \times 35,4) \\ &= 1,00 \end{aligned}$$

7. Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi (Ht) dengan menggunakan Rumus 26, yaitu:

$$\begin{aligned} H_t &= H_o \times F_o \\ &= 7,30 \times 1,00 \\ &= 7,30 \text{ cm (Laston dengan Modulus Resilien 2000 MPa dengan Stabilitas Marshall minimum sebesar 800 kg)} \end{aligned}$$

8. 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) dapat diperoleh dengan menggunakan Rumus 22 atau Gambar 3 atau Tabel 7. Berdasarkan Rumus 22 atau Gambar 3 atau Tabel 7,

diperoleh FKTBL sebesar 0,87. Jadi tebal lapis tambah yang diperlukan untuk Laston Modifikasi dengan Modulus Resilien 3000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum sebesar 1000 kg adalah:

$$\begin{aligned} H_t &= 7,30 \text{ cm} \times \text{FKTBL} \\ &= 7,30 \text{ cm} \times 0,87 \\ &= 6,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

9. Kesimpulan

Tebal lapis tambah yang diperlukan untuk ruas jalan Purwakarta-Plered agar dapat melayani lalu-lintas sebanyak 30.000.000 ESA selama umur rencana 10 tahun adalah 7,3 cm Laston dengan Modulus Resilien 2000 MPa dengan Stabilitas Marshall minimum sebesar 800 kg atau setebal 6,4 cm untuk Laston Modifikasi dengan Modulus Resilien 3000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum sebesar 1000 kg.

LAMPIRAN D

PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR DENGAN
METODE LENDUTAN (Pd T-05-2005-B)