

LAMPIRAN A
DATA HASIL ANALISIS

A1. Data Lalulintas Harian Rata-rata Sampai Tahun 2028

No	Golongan Kendaraan	Jenis	LHR 2017	LHR 2018	LHR 2020	LHR 2028
1	1	Sepeda Motor, Skuter, & Kendaraan Roda Tiga	18564	19214	20583	29035
2	2	Sedan, Jeep, kijang & Station Wagon	4045	4187	4485	6327
3	3	Pick-up, mobil box	692	717	768	1084
4	4	Angkutan non bus (angkot)	0	0	0	0
5	5a	Bus sedang (AKDP)	44	46	49	70
6	5b	Bus Besar (AKAP)	17	18	19	27
7	6a	Truck sedang (Truk Dua Sumbu Empat Roda)	436	452	484	683
8	6b	Truk besa (Truk dua sumbu empat roda)	8	9	9	13
9	7a	Truk tiga sumbu	0	0	0	0
10	7b	Truk gandeng	0	0	0	0
11	7c	Truk semi trailer	3	4	4	6
12	8	kendaraan tak bermotor	775	803	860	1214

A2. Analisis CESA Sampai Tahun 2028

No	Golongan Kendaraan	Jenis	(Kendaraan/Hari/Dua	E	C	N	CESA
1	1	Sepeda Motor, Skuter, & Kendaraan Roda Tiga	19214	0	0,5	11,93669254	0
2	2	Sedan, Jeep, kijang & Station Wagon	4187	0,00045	0,5	11,93669254	4104,519763
3	3	Pick-up, mobil box	717	0,035	0,5	11,93669254	54668,11212
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)	18	0,311	0,5	11,93669254	12194,94288
7	6a	Truck sedang (Truk Dua Sumbu Empat Roda)	452	0,159	0,5	11,93669254	156560,5851
8	6b	Truk besa (Truk dua sumbu empat roda)	9	2,548	0,5	11,93669254	49956,13259
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	4	4,584	0,5	11,93669254	39943,99298
12	8	kendaraan tak bermotor	803	0	0,5	11,93669254	0
						jumlah	333361,4423

A3. Analisis Lendutan Balik

	Station	Beban Uji (ton)	Lendutan Balik/BB (mm)			Temperatur (°C)					Koreksi Pada Temperatur Standart (Ft)	Faktor Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban Uji (FKb-BB)	lendutan terkoreksi (db)	db ²	Segmen
			d ₁	d ₂	d ₃	T _a	T _b	T _c	T _d	T _e						
1	7+100	11.3	0	0.24	0.36	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.417806468	0.174562245	Segmen 1
2	7+150	11.3	0	0.41	0.49	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.568681026	0.32339811	
3	7+200	11.3	0	0.36	0.53	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.615103967	0.378352891	
4	7+250	11.3	0	0.42	0.56	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.649921173	0.422397531	
5	7+300	11.3	0	0.33	0.51	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.591892497	0.350336728	
6	7+350	11.3	0	0.27	0.44	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.51065235	0.260765823	
7	7+400	11.3	0	0.51	0.64	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.742767055	0.551702898	
8	7+450	11.3	0	0.44	0.79	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.916853084	0.840619577	
9	7+500	11.3	0	0.39	0.7	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.812401466	0.659996143	
10	7+550	11.3	0	0.47	0.78	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.905247348	0.819472762	
11	7+600	11.3	0	0.51	0.71	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.824007202	0.678987868	
12	7+650	11.3	0	0.49	0.79	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.916853084	0.840619577	
13	7+700	11.3	0	0.47	0.53	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.615103967	0.378352891	
14	7+750	11.3	0	0.47	0.63	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.73116132	0.534596876	
15	7+800	11.3	0	0.39	0.55	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.638315438	0.407446598	
16	7+850	11.3	0	0.45	0.63	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.73116132	0.534596876	
17	7+900	11.3	0	0.36	0.57	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.661526908	0.43761785	
18	7+950	11.3	0	0.22	0.35	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.406200733	0.164999036	
19	8+000	11.3	0	0.68	0.86	31	42	41.2	36.3	39.8	0.949494381	1.2	0.509294537	0.99809323	0.996190096	
20	8+050	11.3	0	0.48	0.72	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.827043443	0.684000856	
21	8+100	11.3	0	0.48	0.74	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.850016872	0.722528682	
22	8+150	11.3	0	0.31	0.51	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.585822439	0.34318793	
23	8+200	11.3	0	0.24	0.44	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.505415437	0.255444764	
24	8+250	11.3	0	0.52	0.75	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.861503586	0.742188429	
25	8+300	11.3	0	0.46	0.63	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.723663012	0.523688156	
26	8+350	11.3	0	0.89	1.25	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	1.43583931	2.061634525	
27	8+400	11.3	0	0.37	0.57	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.654742726	0.428688037	
28	8+450	11.3	0	0.35	0.46	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.528388866	0.279194794	
29	8+500	11.3	0	0.38	0.54	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.620282582	0.384750482	
30	8+550	11.3	0	0.36	0.59	32	43	42.3	37.3	40.9	0.939756994	1.2	0.509294537	0.677716155	0.458299186	
31	8+600	11.3	0	0.56	0.46	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.528388866	0.279194794	
32	8+650	11.3	0	0.33	0.35	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.402035007	0.161632147	
33	8+700	11.3	0	0.3	0.5	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.574335724	0.329861524	
34	8+750	11.3	0	0.35	0.5	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.574335724	0.329861524	
35	8+800	11.3	0	0.22	0.29	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.33311472	0.110965417	
36	8+850	11.3	0	0.21	0.37	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.425008436	0.180632171	
37	8+900	11.3	0	0.19	0.32	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.367574863	0.13511128	
38	8+950	11.3	0	0.14	0.21	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.241221004	0.058187573	
39	9+000	11.3	0	0.09	0.17	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.195274146	0.038131992	
40	9+050	11.3	0	0.21	0.34	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.390548292	0.152527969	
41	9+100	11.3	0	0.22	0.39	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.447981865	0.200687751	
42	9+150	11.3	0	0.36	0.41	32	43	42.3	37.3	40.866667	0.939756994	1.2	0.509294537	0.470955294	0.221798889	

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

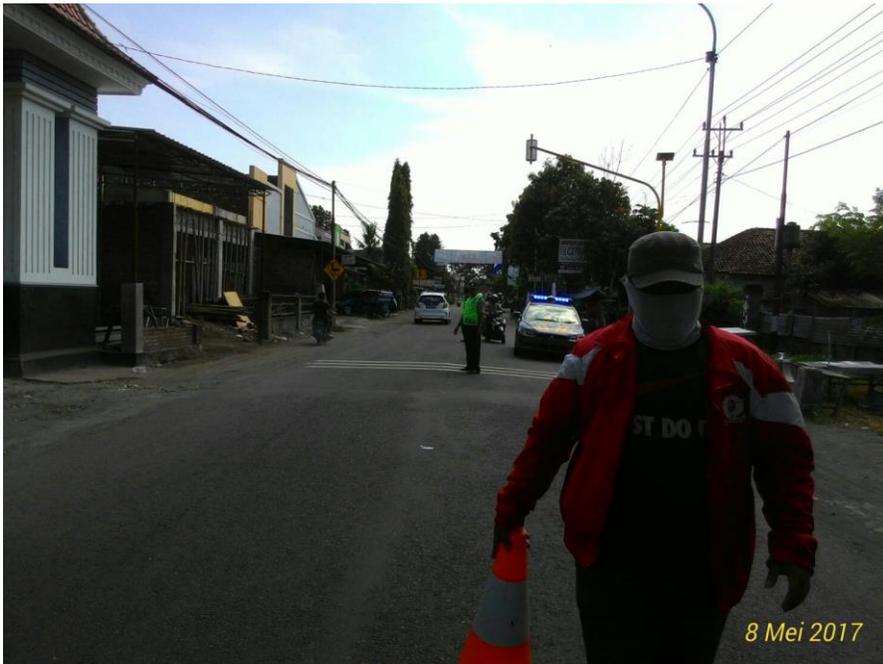


Thermometer pengukur suhu udara dan temperatur perkarasan

B2. Pelaksanaan Survei Pengambilan Data Lendutan Jalan



Proses pengamanan lalu lintas di bagian depan truk penguji



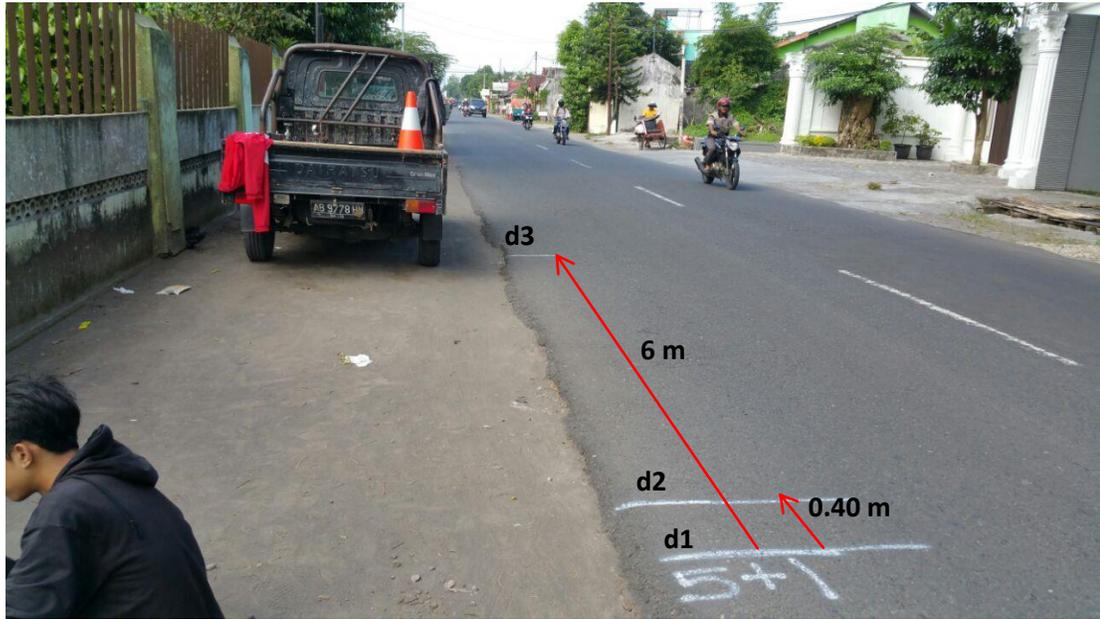
Proses pengamanan lalu lintas di bagian belakang truk penguji



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

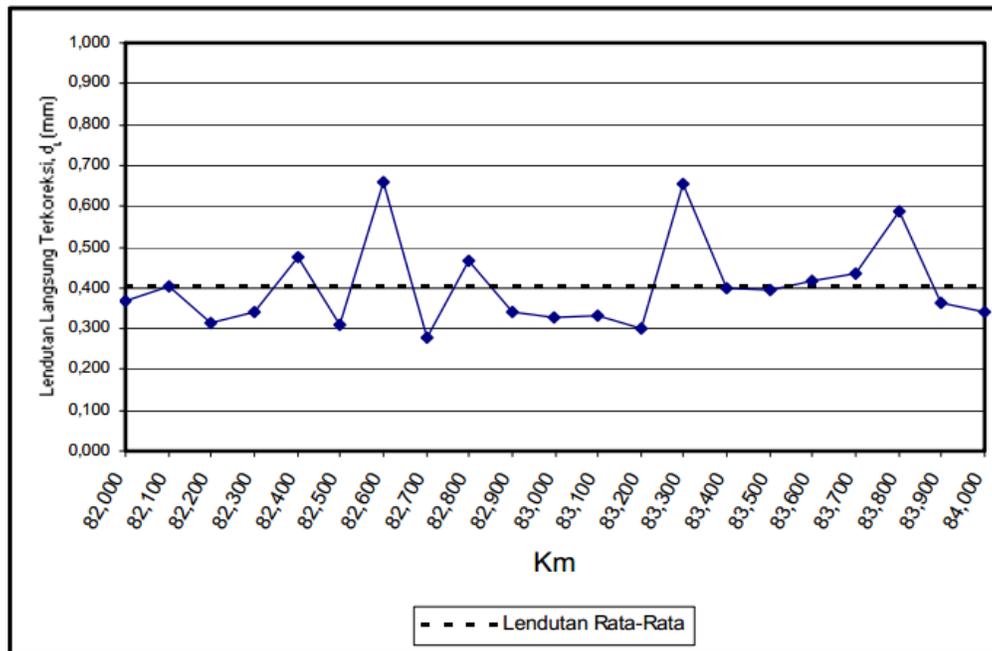
1. Untuk mengkoreksi nilai lendutan lapangan dapat menggunakan Rumus 7, sedangkan hasil lendutan yang telah dikoreksi ditunjukkan pada Tabel B.4.

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 1.8 (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 2.4 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 2.5 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 2.6, 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 Lanston Modifikasi dengan Modulus Resilien 3000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum sebesar 1000 kg.