

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Umum

Penelitian ini berlokasi di ruas jalan Klangon-Tempel Kec. Moyudan, Kab. Sleman, DIY. Ruas jalan ini menghubungkan dari arah jalan wates menuju jalan godean sampai ke tempel begitu juga sebaliknya. Adapun data-data umum ruas jalan ini yaitu:

1. Nama Jalan : Klangon-Tempel
2. Tebal Perkerasan Aspal : ± 10 cm
3. Lebar Perkerasan : ± 5 m
4. Tipe Jalan : 2/2 UD
5. Status Jalan : Jalan Provinsi
6. Fungsi Jalan : Jalan Kolektor
7. Titik Pengamatan : Km 16+200 – Km 18+200
8. Lokasi : Moyudan, Kec. Moyudan, Kab. Sleman,
Daerah Istimewah Yogyakarta

B. Analisis Lalu Lintas

1. Data Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas diperoleh dari dinas terkait berupa data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada tahun 2016 dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 6%. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Data Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2016

No	Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR (Kendaraan/Hari/2 arah)
1	1	Sepeda Motor, Skuter & Kendaraan Roda Tiga	17032
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon	3860
3	3	Opelet, Combi & Mini Bus	1858
4	4	Pick Up, Mobil Hantaran	932

Tabel 5.1 Lanjutan

No	Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR (Kendaraan/Hari/2 arah)
5	5a	Bus Kecil	655
6	5b	Bus Besar	56
7	6a	Truck Ringan 2 As	281
8	6b	Truck Berat 2 As	132
9	7a	Truck Berat 3 As	42
10	7b	Truck Gandeng	0
11	7c	Truck Semi-Trailer	0
12	8	Kendaraan Tak Bermotor	100

Sumber :Divisi Perencanaan dan Pemeliharaan Jalan, Bina Marga, DIY

2. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu-lintas terbesar. Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut Tabel 3.2. Pada ruas jalan yang dilakukan penelitian ini dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah makanya koefisien distribusi kendaraan (C), kendaraan berat sebesar 0,5 dan kendaraan ringan sebesar 0,5.

3. Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan. Angka ekivalen beban sumbu standar kendaraan (E) dapat dihitung dengan persamaan 3.2, 3.3, 3.4 dan 3.5 tergantung jenis kendaraan atau bisa dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini:

Tabel 5.2 Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Golongan Kendaraan	Jenis	E
1	Sepeda Motor, Skuter & Kendaraan Roda Tiga	0
2	Sedap, Jeep & Station Wagon	0,0004
3	Opelet, Combi& Mini Bus	0,035
4	Pick Up, Mobil Hantaran	0,035
5a	Bus Kecil	0,159

Tabel 5.2 Lanjutan

Golongan Kendaraan	Jenis	E
5b	Bus Besar	0,311
6b	Truck Berat 2 As	2,548
7a	Truck Berat 3 As	2,329
7b	Truck Gandeng	7,059
7c	Truck Semi-Trailer	4,548
8	Kendaraan Tak Bermotor	0

4. Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)

Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan dengan persamaan 3.6 dibawah ini:

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

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,06)^{10} + 2(1+0,06) \frac{(1+0,06)^{10-1} - 1}{0,06} \right]$$

$$N = 13,5762$$

5. Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Untuk menentukan CESA bisa menggunakan persamaan 3.1, penelitian ini mengasumsikan umur rencana selama 10 tahun dengan tingkat pertumbuhan lalu lintas sebesar 6% dan pada tahun 2018 sebagai awal penggunaan jalan. Pada Tabel 5.3 di bawah ini dijelaskan secara singkat perhitungan CESA.

Tabel 5.3 Hasil Analisis Perhitungan Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Gol. Kendaraan	LHR 2018	E	C	N	CESA
1	19.137	0	0,5	13,576	0
2	4.337	0,0004	0,5	13,576	4.835,632
3	2.088	0,035	0,5	13,576	181.036,932
4	1.047	0,035	0,5	13,576	90.810,775

Tabel 5.3 Lanjutan

Gol. Kendaraan	LHR 2018	E	C	N	CESA
5a	736	0,159	0,5	13,576	289.929,129
5b	63	0,311	0,5	13,576	48.484,379
6a	316	0,159	0,5	13,576	124.381,809
6b	148	2,548	0,5	13,576	936.325,352
7a	47	2,329	0,5	13,576	272.315,403
7b	0	7,059	0,5	13,576	0
7c	0	4,584	0,5	13,576	0
8	112	0	0,5	13,576	0
					1.948.119,414
Jumlah					1.950.000

Sumber : Analisis Lalu Lintas, 2017

C. Analisis Lendutan

1. Data Lendutan

Data lendutan yang digunakan berdasarkan pengujian di lapangan menggunakan alat *Benkelman Beam*. Lokasi penelitian yaitu ruas jalan Klangon-Tempel Kec. Moyudan, Kab. Sleman, DIY pada Km 16+200 sampai Km 18+200. Adapun data hasil pengujian di lapangan bisa dilihat pada tabel 5.4 dibawah ini:

Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian di Lapangan

Station	Beban Uji (Ton)	Lendutan Balik (mm)			Temperatur (°C)	
		d ₁	d ₂	d ₃	T _u	T _p
16+200	9,75	0	0,2	0,46	32	38
16+250	9,75	0	0,39	0,65	32	38
16+300	9,75	0	0,21	0,39	32	38
16+350	9,75	0	0,18	0,4	32	39
16+400	9,75	0	0,05	0,18	32	39
16+450	9,75	0	0,06	0,21	32	39
16+500	9,75	0	0,11	0,31	32	39
16+550	9,75	0	0,17	0,45	32	39
16+600	9,75	0	0,1	0,36	31	37
16+650	9,75	0	0,18	0,42	31	37
16+700	9,75	0	0,22	0,51	31	37
16+750	9,75	0	0,25	0,49	31	37

Tabel 5.4 Lanjutan

Station	Beban Uji (Ton)	Lendutan Balik (mm)			Temperatur (°C)	
		d ₁	d ₂	d ₃	T _u	T _p
16+800	9,75	0	0,21	0,51	31	37
16+850	9,75	0	0,09	0,35	31	37
16+900	9,75	0	0,15	0,55	31	37
16+950	9,75	0	0,17	0,35	31	37
17+000	9,75	0	0,11	0,23	31	38
17+050	9,75	0	0,2	0,37	31	38
17+100	9,75	0	0,24	0,35	31	38
17+150	9,75	0	0,18	0,36	31	38
17+200	9,75	0	0,2	0,35	32	39
17+250	9,75	0	0,16	0,31	32	39
17+300	9,75	0	0,15	0,27	32	39
17+350	9,75	0	0,06	0,23	32	39
17+400	9,75	0	0,17	0,34	31	38
17+450	9,75	0	0,18	0,35	31	38
17+500	9,75	0	0,16	0,5	31	38
17+550	9,75	0	0,2	0,38	31	38
17+600	9,75	0	0,18	0,4	31	38
17+650	9,75	0	0,32	0,52	31	38
17+700	9,75	0	0,15	0,38	31	38
17+750	9,75	0	0,22	0,52	31	38
17+800	9,75	0	0,2	0,43	31	39
17+850	9,75	0	0,26	0,48	31	39
17+900	9,75	0	0,09	0,35	31	39
17+950	9,75	0	0,21	0,48	31	39
18+000	9,75	0	0,32	0,54	30	36
18+050	9,75	0	0,34	0,47	30	36
18+100	9,75	0	0,26	0,61	30	36
18+150	9,75	0	0,24	0,5	30	36
18+200	9,75	0	0,22	0,41	30	36

Sumber :Hasil Pengujian Di lapangan, 2017

2. Perhitungan Lendutan Terkoreksi

Perhitungan lendutan dibagi dalam 8 segmen, ditiap-tiap segmen ada 5 titik pengujian di lapangan. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

a. Segmen 1

1) Lendutan Km 16+200

$$d_2 = 0,2 \text{ mm}$$

$$d_3 = 0,46 \text{ mm}$$

$$2) \text{ Temperatur Udara } (T_U) = 32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$3) \text{ Temperatur Permukaan } (T_P) = 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$4) \text{ Temperatur Tengah } (T_t) = 39,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$5) \text{ Temperatur Bawah } (T_b) = 34,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$6) \text{ Temperatur Lapis Permukaan } (T_L) = 37,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

7) Koreksi Temperatur Standar (Ft)

$H_L \geq 10 \text{ cm}$, maka:

$$F_t = 14,785 \times T_L^{-7573}$$

$$F_t = 14,785 \times 37,5^{-7573}$$

$$= 0,95$$

8) Faktor Koreksi beban uji (FK_{B-BB})

$$FK_{B-BB} = 77,343 \times (\text{Beban uji dalam ton})^{(-2,0715)}$$

$$= 77,343 \times (9,75)^{(-2,0715)}$$

$$= 0,691$$

9) Lendutan Terkoreksi

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{B-BB}$$

$$d_B = 2 \times (0,46 - 0) \times 0,95 \times 1,2 \times 0,691$$

$$d_B = 0,726 \text{ mm}$$

10) Lendutan Rata-rata (d_R), dihitung per segmen

$$d_R = \frac{\text{Jumlah Lendutan Terkoreksi}}{\text{Jumlah Titik per segmen}}$$

$$d_R = \frac{1,751}{2}$$

$$d_R = 0,876 \text{ mm}$$

11) Deviasi Standar (s)

$$s = \sqrt{\frac{n_s[\sum_1^{n_s} d^2] - [\sum_1^{n_s} d]^2}{n_s(n_s - 1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{2(1,578) - ((1,751)^2)}{2(2-1)}}$$

$$s = 0,212$$

12) Keseragaman Lendutan (FK)

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100\% < FK \text{ ijin}$$

$$FK = \frac{0,212}{0,876} \times 100\%$$

$$FK = 24,207\% < FK \text{ ijin; Keseragaman Cukup Baik}$$

13) Lendutan Wakil (D_{wakil})

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64 s ; \text{ untuk jalan kolektor}$$

$$D_{\text{wakil}} = 0,876 + (1,64 \times 0,212)$$

$$D_{\text{wakil}} = 1,223 \text{ mm}$$

14) Lendutan Rencana (D_{rencana})

$$D_{\text{rencana}} = 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)}$$

$$D_{\text{rencana}} = 22,208 \times (1.950.000)^{(-0,2307)}$$

$$D_{\text{rencana}} = 0,786 \text{ mm}$$

15) Hitung Tebal Lapis Tambah (H_o) sebelum dikoreksi

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{stl ov}})]}{0,0597}$$

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(1,223) - \text{Ln}(0,786)]}{0,0597}$$

$$H_o = 8,008 \text{ cm}$$

b. Segmen 2

1) Lendutan Km 16+250

$$d_2 = 0,21 \text{ mm}$$

$$d_3 = 0,39 \text{ mm}$$

$$2) \text{ Temperatur Udara } (T_U) = 32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$3) \text{ Temperatur Permukaan } (T_P) = 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$4) \text{ Temperatur Tengah } (T_t) = 39,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$5) \text{ Temperatur Bawah } (T_b) = 34,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$6) \text{ Temperatur Lapis Permukaan } (T_L) = 37,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

7) Koreksi Temperatur Standar (Ft)

$H_L \geq 10$ cm, maka:

$$F_t = 14,785 \times T_L^{-7573}$$

$$\begin{aligned} F_t &= 14,785 \times 37,5^{-7573} \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

8) Faktor Koreksi beban uji (FK_{B-BB})

$$\begin{aligned} FK_{B-BB} &= 77,343 \times (\text{Beban uji dalam ton})^{(-2,0715)} \\ &= 77,343 \times (9,75)^{(-2,0715)} \\ &= 0,691 \end{aligned}$$

9) Lendutan Terkoreksi

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{B-BB}$$

$$d_B = 2 \times (0,39 - 0) \times 0,95 \times 1,2 \times 0,691$$

$$d_B = 0,615 \text{ mm}$$

10) Lendutan Rata-rata (d_R), dihitung per segmen

$$d_R = \frac{\text{Jumlah Lendutan Terkoreksi}}{\text{Jumlah Titik per segmen}}$$

$$d_R = \frac{4,253}{8}$$

$$d_R = 0,532 \text{ mm}$$

11) Deviasi Standar (s)

$$s = \sqrt{\frac{n_s [\sum_1^{n_s} d^2] - [\sum_1^{n_s} d]^2}{n_s(n_s - 1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{8(2,427) - ((4,253)^2)}{8(8-1)}}$$

$$s = 0,154$$

12) Keseragaman Lendutan (FK)

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK \text{ ijin}$$

$$FK = \frac{0,154}{0,532} \times 100\%$$

$$FK = 29,025\% < FK \text{ ijin ; Keseragaman Cukup Baik}$$

13) Lendutan Wakil (D_{wakil})

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64 \text{ s ; untuk jalan kolektor}$$

$$D_{\text{wakil}} = 0,532 + (1,64 \times 0,154)$$

$$D_{\text{wakil}} = 0,785 \text{ mm}$$

14) Lendutan Rencana (D_{rencana})

$$D_{\text{rencana}} = 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)}$$

$$D_{\text{rencana}} = 22,208 \times (1.950.000)^{(-0,2307)}$$

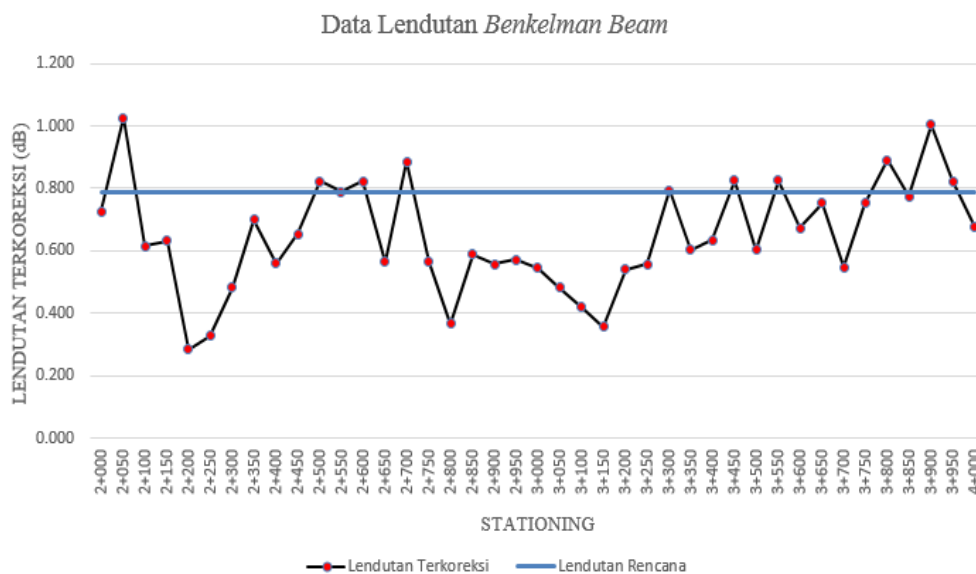
$$D_{\text{rencana}} = 0,786 \text{ mm}$$

15) Hitung Tebal Lapis Tambah (H_o) sebelum dikoreksi

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{Sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{Stl ov}})]}{0,0597}$$

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(0,787) - \text{Ln}(0,786)]}{0,0597}$$

$$H_o = 0,625 \text{ cm}$$

Gambar 5.1 Grafik Lendutan Terkoreksi (d_B)**D. Analisis Tebal Lapis Tambah**

Tebal lapis tambah yang didapat dari analisis lendutan harus dikoreksi lagi dengan Temperatur Perkerasan Rata-rata Tahunan (TPRT) karena di setiap

wilayah mempunyai temperatur yang berbeda-beda. TPRT di wilayah Sleman adalah $35,5^{\circ}\text{C}$, maka:

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})}$$

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 35,5)}$$

$$F_o = 1,0019$$

1. Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht)

$$H_t = H_o \times F_o$$

$$H_t = 8,008 \times 1,0019$$

$$H_t = 8,023 \text{ cm ; untuk tebal lapis tambah segmen 1}$$

2. Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht)

$$H_t = H_o \times F_o$$

$$H_t = 0,625 \times 1,0019$$

$$H_t = 0,571 \text{ cm ; untuk tebal lapis tambah segmen 2}$$

Dari analisis diatas maka didapatkan hasil berupa tabel untuk memudahkan dalam menilai kondisi jalan berdasarkan segmen-segmen seperti pada Tabel 5.5 di bawah ini:

Tabel 5.5 Hasil analisis data lendutan per segmen

Parameter	Segmen 1 Km 16+200- 16+250	Segmen 2 Km 16+300- 16+650	Segmen 3 Km 16+700- 16+900	Segmen 4 Km 16+950- 17+150	Segmen 5 Km 17+200- 17+400	Segmen 6 Km 17+450- 17+650	Segmen 7 Km 17+700- 17+900	Segmen 8 Km 17+950- 18+200
Lendutan Rata-rata (d_R)	0,876	0,532	0,777	0,529	0,469	0,683	0,681	0,820
Deviasi Standar (s)	0,212	0,154	0,124	0,092	0,080	0,120	0,111	0,115
Tingkat Keseragaman (FK)	24,207	29,025	15,963	17,434	17,088	17,558	16,370	14,074
D_{wakil} (mm)	1,223	0,785	0,980	0,680	0,600	0,880	0,864	1,009
CESA (ESA)	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000
Umur Rencana	10 Tahun	10 Tahun	10 Tahun	10 Tahun	10 Tahun	10 Tahun	10 Tahun	10 Tahun
D_{rencana} (mm)	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786
H_o (cm)	8,008	0,571	4,295	-1,822	-3,913	2,485	2,176	4,784
Koreksi (F_o)	1,0019	1,0019	1,0019			1,0019	1,0019	1,0019
Jenis Perkerasan	Laston	Laston	Laston	Laston	Laston	Laston	Laston	Laston
Ht (cm)	8,023	0,571	4,303			2,490	2,180	4,793
Tebal Lapis Tambah	5 cm							

Analisis hasil lendutan pada ruas jalan Klangon-Tempel menggunakan pedoman perencanaan tebal lapis tambah Pd T-05-2005-B. Pada Tabel 5.5 diatas diuraikan 8 segmen hasil dari analisis lendutan, dari delapan segmen tersebut dihasilkan tebal lapis tambah berbeda-beda, maka digunakan tebal lapis tambah yaitu 5 cm karena mempermudah pekerja dalam proses pelaksanaan di lapangan dan memperkecil kemungkinan kerusakan pada jalan sebelum umur rencananya habis. Pada segmen 3 dan 4 didapat hasil negatif karena segmen tersebut masih bagus, terlihat dari penilaian visual maupun data lendutan.

E. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, alat dan biaya-biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan gambar-gambar rencana spesifikasi yang sudah ditentukan serta upah tenaga kerja dan alat kerja. Pada ruas jalan Klangon-Tempel pengerjaan *overlay* setebal 5 cm dengan lebar perkerasaan 5 m dan panjangnya 2000 m menggunakan Laston didapat seperti pada Tabel 5.6 dan 5.7 di bawah ini:

Tabel 5.6 Uraian harga satuan pekerjaan (HSP)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	Jam	0,451	7.442,86	3.356,73
2	Mandor	Jam	0,03	9.285,71	278,57
Jumlah Harga Tenaga					3635,30
B	Bahan/Material				
1	Agregat Kasar	m3	0,413	210.000	86.730
2	Agregat Halus	m3	0,24	102.000	24.480
3	Filler	kg	55,125	12.000	661.500
4	Aspal	kg	24	5.000	120.000
Jumlah Harga Bahan					892.710
C	Peralatan				
1	Wheel Loader Asphalt Mixing Plant	Jam	0,002	350.000	700
2	Plant	Jam	0,03	6.000.000	180.000
3	Genset	Jam	0,03	358.000	10.740
4	Dump Truck	Jam	0,12	258.000	30.960
5	Asphalt Finisher	Jam	0,024	281.000	6.744
6	Tandem Roller Pneumatic Tire	Jam	0,010	185.000	1.850
7	Roller	Jam	0,009	223.000	2.007
8	Alat Bantu	Ls	1	5.000	5.000
Jumlah Harga Peralatan					239.481
Jumlah Harga, Tenaga dan Peralatan (A+B+C)					1.134.346,30
Harga Satuan Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC (dibulatkan))					1.134.347,00

Tabel 5.7 Rencana anggaran biaya (RAB)

Uraian	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan	Harga Pekerjaan
LASTON (AC-WC)	m2	500	Rp1.134.347	Rp 567.173.500,00