

BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Data Geometri Jalan

Dalam penelitian ini penulis mengambil objek penelitian pada ruas jalan Klangon-Tempel, Kecamatan Moyudan, Kabupaten Sleman. Kondisi geometri jalan merupakan jalan dengan perkerasan lentur/*flexibel pavement*, Penelitian jalan yang di uji sepanjang 2 Km, lebar perkerasan jalan rata-rata 5 m, tebal perkerasan 10 cm, jenis perkerasan pada penelitian ini adalah menggunakan Laston (*Asphalt Concrete Base Course*). Tipe jalan penelitian yaitu 2/2 UD (2 Jalur dan 2 lajur tidak terbagi), status jalan merupakan jalan provinsi yang berada di bawah pembinaan dijen Bina Marga Prov. DIY, sedangkan fungsi jalan adalah jalan kolektor dan jenis medan jalan datar.

Tabel 5.1 Data ruas Jalan Klangon-Tempel

Deskripsi	Keterangan
Nama jalan	Gedongan Tempel
Ruas jalan	Klangon-Tempel
Lokasi	Klangon-Tempel, Kab. Sleman, Daerah Istimewah Yogyakarta
Titik Pengamatan	Km 21+000 – km 23+000
Lebar Perkerasan	5 m
Tebal Perkerasan	10 cm
Jenis Perkerasan	<i>Asphalt-Concrete Base Course (AC-BC)</i>
Tipe Perkerasan	2/2 UD
Fungsi Jalan	Kolektor
Medan	Datar
Marka Jalan	Ada

Sumber: Dinas Bina Marga(Divisi Jalan), Kabupaten Sleman

B. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang di dapat dari dinas terkait adalah dimana volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2/2 UD. Data lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan Klangon-Tempel pada tahun 2016 adalah sebagai berikut Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data lalu lintas harian rata-rata(LHR) Tahun 2016

No	Golongan Kendaraan	Jenis	LHR (Kendaraan/Hari/Dua Arah)
1	1	Sepeda Motor, Skuter, & Kendaraan Roda Tiga	19137
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon	4337
3	3	Opelet, Pick-up, Suburban, Combi & Mini Bus	2088
4	4	Pick-up Mikro Truk & Mobil Hantaran	1047
5	5a	Bus Kecil	736
6	5b	Bus Besar	63
7	6a	Truk Dua Sumbu Empat Roda	316
8	6b	Truk Dua Sumbu Enam Roda	148
9	7a	Truk Tiga Sumbu	47
10	7b	Truk Gandeng	0
11	7c	Truck Semi-Trailer	0
12	8	Kendaraan Tak Bermotor	112

Sumber: Bina Marga Provinsi, DIY

C. Data Lendutan

Data lendutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, dimana didapatkan dari pengujian dilapangan menggunakan alat *Benklemen Beam* pada ruas jalan Klangon-Tempel, Kecamatan Moyudan, Kabupaten Sleman yang di mulai pada Km 21+000 sampai Km 23+000. Data lendutan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Data Pengujian Lendutan

Station	Beban Uji (ton)	Lendutan Balik/BB (mm)			Temperatur (oC)	
		d1	d2	d3	Tu	Tp
21+000	9,75	0	0,1	0,31	32	36
21+050	9,75	0	0,28	0,5	32	36
21+100	9,75	0	0,36	0,46	32	36
21+150	9,75	0	0,3	0,49	32	36
21+200	9,75	0	0,37	0,43	32	36

Tabel 5.3 Lanjutan

`Station	Beban Uji (ton)	Lendutan Balik/BB (mm)			Temperatur (oC)	
		d1	d2	d3	Tu	Tp
21+250	9,75	0	0,05	0,29	32	35
21+300	9,75	0	0,15	0,25	32	35
21+350	9,75	0	0,18	0,32	32	35
21+400	9,75	0	0,22	0,48	32	35
21+450	9,75	0	0,22	0,42	32	35
21+500	9,75	0	0,4	0,7	31	35
21+550	9,75	0	0,21	0,46	31	35
21+600	9,75	0	0,1	0,15	31	35
21+650	9,75	0	0,2	0,23	31	35
21+700	9,75	0	0,19	0,39	31	35
21+750	9,75	0	0,15	0,42	30	35
21+800	9,75	0	0,2	0,44	30	35
21+850	9,75	0	0,1	0,28	30	35
21+900	9,75	0	0,16	0,43	30	35
21+950	9,75	0	0,15	0,35	30	35
22+000	9,75	0	0,12	0,36	30	35
22+050	9,75	0	0,35	0,38	30	35
22+100	9,75	0	0,24	0,46	30	35
22+150	9,75	0	0,11	0,39	30	35
22+200	9,75	0	0,32	0,46	30	35
22+250	9,75	0	0,21	0,42	32	37
22+300	9,75	0	0,19	0,4	32	37
22+350	9,75	0	0,2	0,3	32	37
22+400	9,75	0	0,4	0,55	32	37
22+450	9,75	0	0,5	0,8	32	37
22+500	9,75	0	0,19	0,44	32	37
22+550	9,75	0	0,18	0,38	32	37
22+600	9,75	0	0,4	0,61	32	37
22+650	9,75	0	0,2	0,4	32	37
22+700	9,75	0	0,1	0,26	32	37
22+750	9,75	0	0,05	0,17	32	37
22+800	9,75	0	0,16	0,33	32	37
22+850	9,75	0	0,29	0,45	32	37
22+900	9,75	0	0,2	0,35	32	37
22+950	9,75	0	0,15	0,3	32	37
23+000	9,75	0	0,09	0,18	32	37

D. Analisa Data Lalu Lintas

Data analisis untuk LHR yang didapat dari dinas yang terkait (Bina Marga Prov . DIY) dengan menggunakan data sekunder dapat di tentukan perkiraan angka pertumbuhan lalu lintas (i) dengan awal umur rencana pada tahun 2016 dan 2018 awal penggunaan jalan (Tabel 5.4).

Tabel 5.4 Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Tahun 2016

Tahun	LHR	LHRo	LHRT	I
	(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)	(%)
2016	2494,8	-	-	-
2018	2803,2	2494,8	2803,2	6
2028	5020,0	2803,2	5020,2	6

Berdasarkan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang telah di analisa, dapat dianalisa repetisi beban lalu lintas rencana (CESA) dalam satuan ESA selama umur rencana adalah sebagai berikut :

a. Koefisien Distribusi Kendaraan (C) dan Jumlah Lajur

Pada ruas jalan Klangon-Tempel memiliki lebar jalan 5 m dengan 2 lajur tidak terbagi, sehingga koefisien distribusi kendaraan ringan sebesar 0,5 dan kendaraan berat 0,5. Koefisien distribusi kendaraan ringan dan berat dapat dilihat dan ditentukan sesuai dengan (Tabel 3.2)

b. Ekivalen beban sumbu kendaraan

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu kendaraan pada masing-masing golongan beban sumbu dapat dilihat Tabel 5.6

Tabel 5.5 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan

No	Golongan Kendaraan	Jenis	E
1	1	Sepeda Motor, Skuter, & Kendaraan Roda Tiga	0
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon	0,0004
3	3	Opelet, Pick-up, Suburban, Combi & Mini Bus	0,035
4	4	Pick-up Mikro Truk & Mobil Hantaran	0,035
5	5a	Bus Kecil	0,159
6	5b	Bus Besar	0,311
7	6a	Truk Dua Sumbu Empat Roda	0,159
8	6b	Truk Dua Sumbu Enam Roda	2,548

Tabel 5.5 Lanjutan

No	Golongan Kendaraan	Jenis	E
9	7a	Truk Tiga Sumbu	2,329
10	7b	Truk Gandeng	7,059
11	7c	Truck Semi-Trailer	4,584
12	8	Kendaraan Tak Bermotor	0

Sumber : Devisi Perencanaan dan Peningkatan Jalan, Bina Marga DIY

c. Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas

Adapun faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N) dalam penelitian ini perkembangan lalu lintas selama 10 tahun, dimana tahun 2018 adalah tahun awal penggunaan jalan dan tahun 2028 tahun akhir penggunaan berdasarkan analisa nilai pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan Klangon-Tempel pada tahun 2016 didapat nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 6%, maka dapat ditentukan nilai faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N) menurut persamaan 3.6 adalah sebagai berikut:

$$N = 0,5 (1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r}) \dots \dots \dots (3.6)$$

$$N = 0,5 (1 + (1+0.06)^{10} + 2(1+0.06) \frac{(1+0.06)^{10-1} - 1}{0.06})$$

$$N = 13,5762$$

d. Akumulasi ekivalen beban sumbu (CESA)

Untuk menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas selama umur rencana ditentukan dengan persamaan 3.7. akumulasi beban sumbu lalu lintas dengan umur rencana 10 tahun dimana tahun 2018 sebagai awal pemakaian dan tahun 2028 sebagai tahun akhir pemakaian. Adapun hasil analisa (CESA) sesuai dengan pedoman dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut:

Tabel 5.6 Hasil Analisa Lalu Lintas

Deskripsi	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	CESA (ESA)
Sampai dengan Tahun 2028	6	1948119,414
	Dibulatkan	1.950.000

E. Analisa Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur

Analisa tebal lapis tambah dengan metode lendutan pada ruas jalan Klangon-Tempel ini dilakukan persegmen karna untuk melihat tingkat lendutan yang mewakili pada setiap nilai segmen dan nilai yang mewakili angka untuk tambahan tebal lapis tersebut berdasarkan analisa dan berdasarkan nilai faktor keseragaman yang di inginkan.

Adapun perencanaan tebal lapisan tambah (*overlay*) perkerasan lentur pada ruas jalan Klangon-Tempel berdasarkan pada data primer yang berupa data lendutan, data sekunder yang didapat dari dinas terkait dan adapun analisis data primer guna untuk menentukan tebal lapis tambah perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

1. Data primer :

- a. Data pengujian lendutan alat Benklemen Beam dapat dilihat pada Tabel 5.3.
- b. Data temperatur udara dan permukaan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

2. Data sekunder

- a. Lapis aspal ruas jalan Klangon-Tempel berupa laston (AC-BC) dengan ketebalan 10 cm.
- b. Lalu lintas dengan umur rencana 10 tahun (CESA) = 1.950.000

3. Analisa Data Lendutan

a. Segmen 1

- 1) Temperatur udara (T_u) = 32 °C
- 2) Temperatur permukaan (T_p) = 36 °C
- 3) Temperatur tengah (T_t) = 38,4 °C
- 4) Temperatur bawah (T_b) = 33,9 °C
- 5) Temperatur lapis perkerasan (T_L) = 36,10 °C
- 6) Koreksi pada temperatur standar (F_t)

Untuk tebal lapis perkerasan (H_L) \geq 10 cm, maka F_t :

$$F_t = 14,785 \times T_L^{-0,7573}$$

$$F_t = 14,785 \times 36,10^{-0,7573}$$

$$F_t = 0,98$$

7) Faktor koreksi beban uji BB (FK_{B-BB})

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

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

$$= 0,69$$

8) Lendutan terkoreksi (Km 21+000)

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

$$d_B = 2 \times (0,31 - 0) \times 0,98 \times 1,2 \times 0,69$$

$$d_B = 0,50$$

9) Lendutan rata-rata (d_R)

$$d_R = (\Sigma \text{ lendutan terkoreksi} / \Sigma \text{ titik})$$

$$= \frac{2,860}{4}$$

$$= 0,71$$

10) Deviasi standar (s)

$$s = \sqrt{\frac{n_s(\Sigma_1^{n_s} d^2) - (\Sigma_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s - 1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{4(2,10) - ((2,86)^2)}{4(4-1)}}$$

$$= 0,143$$

11) Keseragaman lendutan (FK)

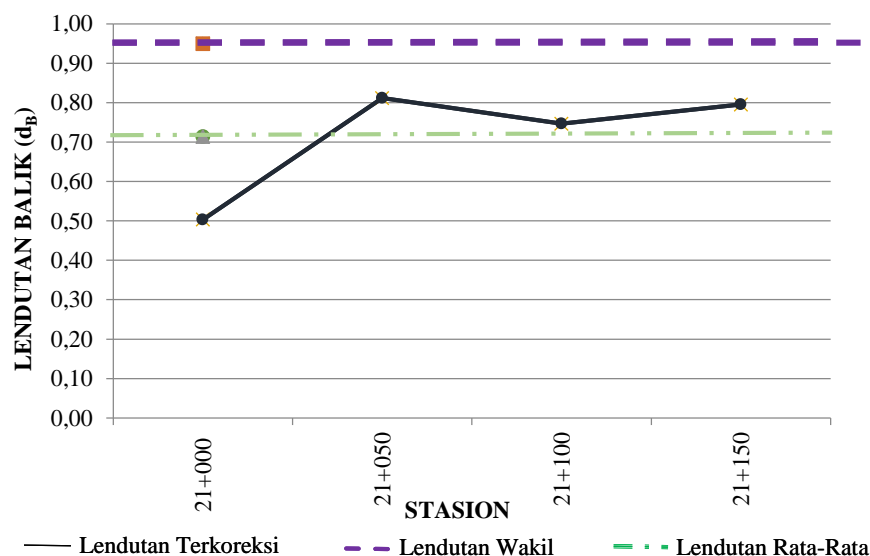
Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik.

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

$$FK = \frac{0,143}{0,715} \times 100\%$$

$$= 20,072 \%$$

Tingkat keseragaman lendutan dengan persentasi $20,072\% < FK < 20\%$, maka dapat dinyatakan bahwa keseragaman lendutan baik.



Gambar 5.1 Lendutan BB Terkoreksi (d_B) Segmen I

12) Lendutan wakil (D_{wakil})

Mengingat Jalan Klangon-Tempel berstatus jalan Kolektor, maka nilai lendutan wakil untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%) :

$$\begin{aligned} D_{\text{wakil}} &= d_R + 1,64s \\ &= 0,71 + (1,64 \times 0,143) \\ &= 0,949 \text{ mm} \end{aligned}$$

13) Lendutan rencana/ijin (D_{rencana})

Menghitung lendutan rencana/ijin (D_{rencana}) dengan alat *Benkleman Beam* (BB) dengan menggunakan persamaan dibawah :

$$\begin{aligned} D_{\text{rencana}} &= 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)} \\ &= 22,208 \times (1,950.000)^{(-0,2307)} \\ &= 0,786 \text{ mm} \end{aligned}$$

14) Hitung tebal lapis tambahan/*overlay* (H_o) sebelum dikoreksi

$$\begin{aligned} H_o &= \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{stl ov}})]}{0,0597} \\ H_o &= \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(0,949) - \text{Ln}(0,786)]}{0,0597} \\ H_o &= 3,757 \text{ cm} \end{aligned}$$

15) Menentukan koreksi tebal lapis tambah (F_o)

Berdasarkan lokasi ruas Jalan Klangon-Tempel, diperoleh temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) = 35,5

$$\begin{aligned} F_o &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0.0194 \times \text{TPRT})} \\ &= 1,0019 \end{aligned}$$

16) Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi (Ht)

$$\begin{aligned} H_t &= H_o \times F_o \\ &= 3,757 \times 1,0019 \\ &= 3,764 \text{ cm (4 cm)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa pada segmen 1 berdasarkan jenis perkerasan yang di gunakan adalah sebagai berikut seperti pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil analisis Lapis Tambah (Pd-05-2005-B)

Deskripsi	Segmen I	Satuan
Jenis Perkerasan	Laston	-
Modulus Resilient (MR)	2000	MPa
Stabilitas Marshall	800	kg
FK _{TBL}	1,00	-
Tebal Lapis Tambah	4	cm

b. Segmen 2

- 1) Temperatur udara (Tu) = 32 °C
- 2) Temperatur permukaan (Tp) = 36 °C
- 3) Temperatur tengah (Tt) = 38,4 °C
- 4) Temperatur bawah (Tb) = 33,9 °C
- 5) Temperatur lapis perkerasan (T_L) = 36,10 °C
- 6) Koreksi pada temperatur standar (Ft)

Untuk tebal lapis perkerasan (H_L) ≥ 10 cm, maka Ft :

$$\begin{aligned} F_t &= 14,785 \times T_L^{-0,7573} \\ F_t &= 14,785 \times 36,10^{-0,7573} \\ F_t &= 0,98 \end{aligned}$$

7) Faktor koreksi beban uji BB (FK_{B-BB})

$$\begin{aligned} F_{K_{B-BB}} &= 77,343 \times (\text{Beban uji dalam ton})^{(-2,0715)} \\ &= 77,343 \times (9,75)^{(-2,0715)} \\ &= 0,69 \end{aligned}$$

8) Lendutan terkoreksi (Km 21+200)

$$\begin{aligned}d_B &= 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \\d_B &= 2 \times (0,43 - 0) \times 0,98 \times 1,2 \times 0,69 \\d_B &= 0,70\end{aligned}$$

9) Lendutan rata-rata (d_R)

$$\begin{aligned}d_R &= (\Sigma \text{ lendutan terkoreksi} / \Sigma \text{ titik}) \\&= \frac{2,110}{4} \\&= 0,53\end{aligned}$$

10) Deviasi standar (s)

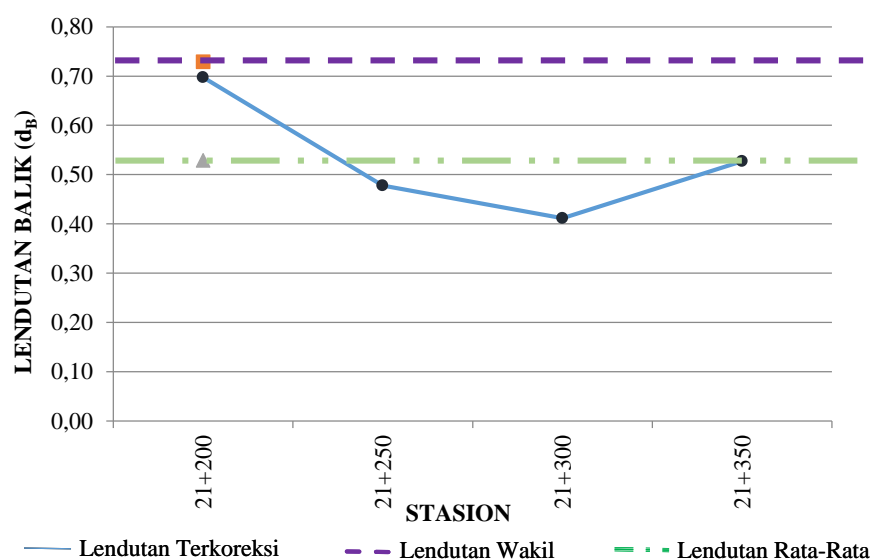
$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s-1)}} \\&= \sqrt{\frac{4(1,16) - ((2,11)^2)}{4(4-1)}} \\&= 0,122\end{aligned}$$

11) Keseragaman lendutan (FK)

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik.

$$\begin{aligned}FK &= s/d_R \times 100\% < FK \text{ ijin} \\FK &= \frac{0,122}{0,530} \times 100\% \\&= 23,140 \%\end{aligned}$$

Tingkat keseragaman lendutan dengan persentasi $23,140\% < FK < 30\%$, maka dapat dinyatakan bahwa keseragaman lendutan cukup baik.



Gambar 5.2 Lendutan BB Terkoreksi (dB) Segmen II

12) Lendutan wakil (Dwakil)

Mengingat Jalan Klangon – Tempel berstatus jalan kolektor, maka nilai lendutan wakil untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%) :

$$\begin{aligned}
 \text{Dwakil} &= d_R + 1,64s \\
 &= 0,53 + (1,64 \times 0,122) \\
 &= 0,729 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

13) Lendutan rencana/ijin (Drencana)

Menghitung lendutan rencana/ijin (Drencana) dengan alat *Benkleman Beam* (BB) dengan menggunakan persamaan dibawah :

$$\begin{aligned}
 \text{Drencana} &= 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)} \\
 &= 22,208 \times (1,950.000)^{(-0,2307)} \\
 &= 0,786 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

14) Hitung tebal lapis tambahan/*overlay* (Ho) sebelum dikoreksi

$$\begin{aligned}
 \text{Ho} &= \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{stl ov}})]}{0,0597} \\
 \text{Ho} &= \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(0,729) - \text{Ln}(0,786)]}{0,0597} \\
 \text{Ho} &= -0,659 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

15) Menentukan koreksi tebal lapis tambah (Fo)

Berdasarkan lokasi ruas Jalan Klangon-Tempel, diperoleh temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) = 35,5

$$\begin{aligned}
 F_o &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0.0194 \times \text{TPRT})} \\
 &= 1,0019
 \end{aligned}$$

16) Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi (Ht)

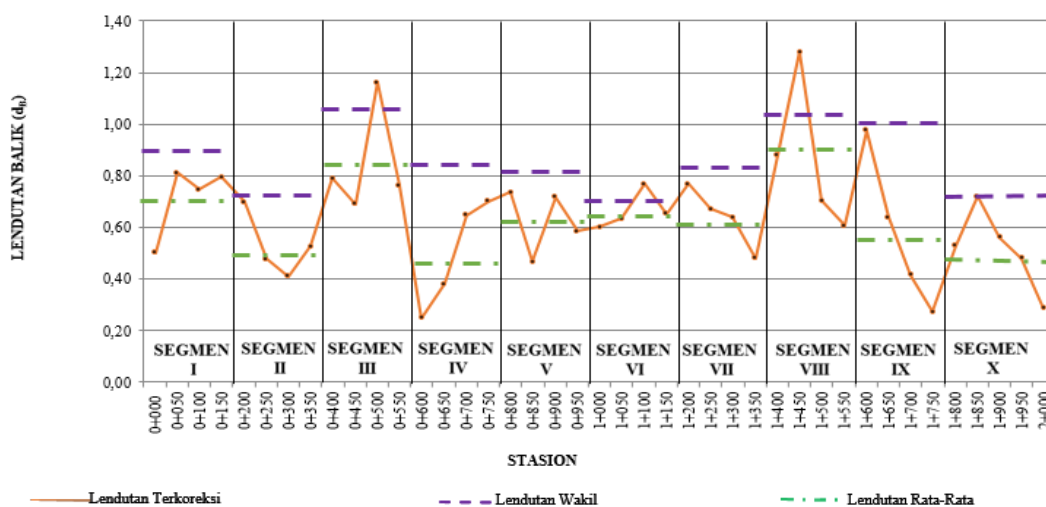
$$\begin{aligned}
 H_t &= H_o \times F_o \\
 &= -0,659 \times 1,0019 \\
 &= -0,660 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis pada segmen 2 berdasarkan jenis perkerasan yang di gunakan adalah sebagai berikut seperti pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil analisis Lapis Tambah (Pd-05-2005-B)

Deskripsi	Segmen 2	Satuan
Jenis Perkerasan	Laston	-
Modulus Resilient (MR)	2000	Mpa
Stabilitas Marshall	800	Kg
FK _{TBL}	1,00	-
Tebal Lapis Tambah	-0,660	Cm

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan berdasarkan data primer dan data sekunder yang di dapat pada ruas jalan Klangon-Tempel sesuai dengan pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan (Pd T-05-2005-B) yang dimulai dari titik stasion 21+000 sampai dengan stasion 23+000 seperti pada Tabel 5.9 dan Gambar 5.3



Gambar 5.3. Lendutan BB terkoreksi (dB)

Tabel 5.9 Hasil Analisis Lapis Tambah (Pd T-05-2005-B)

Segmen	Lendutan Rata-rata	Deviasi standar	Keseragaman Lendutan	Lendutan Wakil	Lendutan Rencana
	dR (mm)	S	FK (%)	Dwakil (mm)	Drencana (mm)
1	0,714	0,143	20,072	0,949	0,786
2	0,529	0,122	23,140	0,729	0,786
3	0,852	0,211	24,720	1,197	0,786
4	0,495	0,215	43,555	0,848	0,786
5	0,627	0,125	20,015	0,832	0,786
6	0,664	0,073	10,942	0,783	0,786
7	0,640	0,120	18,753	0,837	0,786
8	0,868	0,297	34,201	1,354	0,786
9	0,576	0,307	53,239	1,078	0,786
10	0,515	0,156	30,222	0,770	0,786

Berdasarkan analisis tebal lapis tambah dan material yang diperlukan untuk ruas jalan Klangon-Tempel untuk dapat melayani beban lalu lintas sebanyak 1.950.000 ESA selama umur rencana 10 tahun kedepan adalah sebagai berikut Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Analisis Lapis Tambah(*overlay*)

Segmen	Jenis Perkerasan	Modulus Resilient	Stabilitas Marshall	Tebal Lapis Tambah
		(MPa)	Kg	cm
1	Laston	2000	800	4
2	Laston	2000	800	-1
3	Laston	2000	800	8
4	Laston	2000	800	2
5	Laston	2000	800	2
6	Laston	2000	800	1
7	Laston	2000	800	2
8	Laston	2000	800	9
9	Laston	2000	800	6
10	Laston	2000	800	1

Berdasarkan hasil analisis perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan pada ruas jalan Klangon-Tempel agar dapat melayani beban lalu lintas sebanyak 1.950.000 ESA dengan umur rencana 10 tahun kedepan, dimana tahun pada tahun 2017 sebagai tahun pelaksanaan konstruksi

peningkatan jalan, tahun 2018 sebagai awal tahun dibuka atau awal masa pengguna dan tahun 2028 adalah sebagai masa akhir penggunaan. Berdasarkan data hasil analisa yang telah dipaparkan diatas dengan pembagian perhitungan persegmen guna untuk mengetahui analisa yang tergolong pada lendutan terburuk. Dimana analisis lendutan terburuk tersebut digunakan sebagai perwakilan atau mencerminkan tingkat kelemahan dari kondisi lapis perkerasan lentur pada ruas jalan tersebut, dari hasil analisa untuk perencanaan *overlay* di ambil angka rata-rata dari hasil analisa persegmen dan menjadi titik acuan untuk tambahan tebal perekrasan pada ruas jalan tersebut.

Adapun perencanaan tebal lapis tambah dan material penyusun yang diperlukan untuk ruas Jalan Klangon-Tempel guna melayani lalu lintas dengan umur perencanaan 10 tahun kedepan dapat dijabarkan pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Hasil Analisis Lapis Tambah (*Overlay*) Berdasarkan Panduan Pd T-2005-B

Station	Jenis Perkerasan	Modulus Resilient	Stabilitas Marshall	Tebal Lapis Tambah
		(MPa)	Kg	Cm
21+000 - 21+150	Laston	2000	800	9
21+200 - 21+350				
21+400 - 21+550				
21+600 - 21+750				
21+800 - 21+950				
22+000 - 22+150				
22+200 - 22+350				
22+400 - 22+550				
22+600 - 22+750				
22+800 - 23+000				

F. Analisis *Structural Number* (SN) dan Modulus Elastisitas Pada Tebal Lapis Tambah (*overlay*) Perekerasan Lentur

1. Data koefisien kekuatan relatif

Structural Number adalah merupakan fungsi dari ketebalan lapisan, koefisien relatif lapisan (*layer coeficient*) dan koefisien drainasi (*drainage coeficient*), adapun data yang didapat dari instansi yang terkait adalah merupakan jenis bahan perkerasan lentur yang di gunakan pada ruas jalan Klangon-Tempel yaitu pada lapis permukaan menggunakan Laston dengan tebal 10 cm, pada

lapis pondasi atas menggunakan Stabilitas Tanah dengan cement (CTB) dengan tebal 15 cm dan pada lapis pondasi bawah menggunakan agregat kelas A dengan ketebalan 15 cm. Untuk nilai SN dihitung persegmen berdasarkan pada hasil analisis tebal lapis tambahannya masing-masing. Persamaan untuk *struktural number* dapat dilihat pada persamaan 3.25.

2. Data koefisien saluran drainase

Pada ruas jalan Klangon-Tempel berdasarkan dengan data yang di dapat dari instansi yang terkait adalah saluran drainasi termasuk dalam kategori sedang dengan artian air dapat hilang atau kering dalam kurun waktu selama 1 minggu dengan persen waktu perkerasan dipengaruhi oleh yang mendekati nilai jenuh sebanyak 24% dan dengan mangacu kepada metode ASSHTO dapat di tentukan koefisien drainase untuk memodifikasi kekuata relatif material *untreated* dan *subbase* pada perkerasan lentur, sebagaimana dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel : 5.12 Koefisien Drainasi Untuk Memodifikasi Koefisien Kekuatan Relatif Material *Untreated Base* dan *Subbase* Pada Perkerasan lentur

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1 %	1-5 %	5-25%	> 25 %
Baik sekali	1,40 – 1,30	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,80 – 0,75	0,60 – 0,40	0,40

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T- 01-2002 B

3. Analisis nilai structural number (SN) dan modulus elastisitas

1) Data jenis lapis perkerasan

- a. Lapis permukaan menggunakan Laston (a_1)
- b. Lapis pondasi atas menggunakan CTB (a_2)
- c. Lapis pondasi bawah agregat kelas A (a_3)

Berdasarkan tabel koefisien kekuatan relatif yang bersumber dari SKBI 2.3.19887/SNI 03-1732-1989

2) Data tebal perkerasan

- a. Lapis permukaan = 10 cm

- b. Lapis pondasi atas = 15 cm
- c. Lapis pondasi bawah = 15 cm

3) Menghitung nilai struktural number

a. Segmen 1

1. Koefisien relatif

$$a_1 = 0,4$$

$$a_2 = 0,15$$

$$a_3 = 0,13$$

2. Tebal lapis tambah

$$D_1 = 14 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

$$D_3 = 15 \text{ cm}$$

3. Koefisien saluran drainase

$$M_1 = 1,00$$

$$M_2 = 1,00$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$SN = (0,4 \times 14) + (0,15 \times 15 \times 1) + (0,13 \times 15 \times 1)$$

$$SN = 9,8$$

b. Segmen 2

1. Koefisien relatif

$$a_1 = 0,4$$

$$a_2 = 0,15$$

$$a_3 = 0,13$$

2. Tebal lapis tambah

$$D_1 = 9 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

$$D_3 = 15 \text{ cm}$$

3. Koefisien saluran drainase

$$M_1 = 1,00$$

$$M_2 = 1,00$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

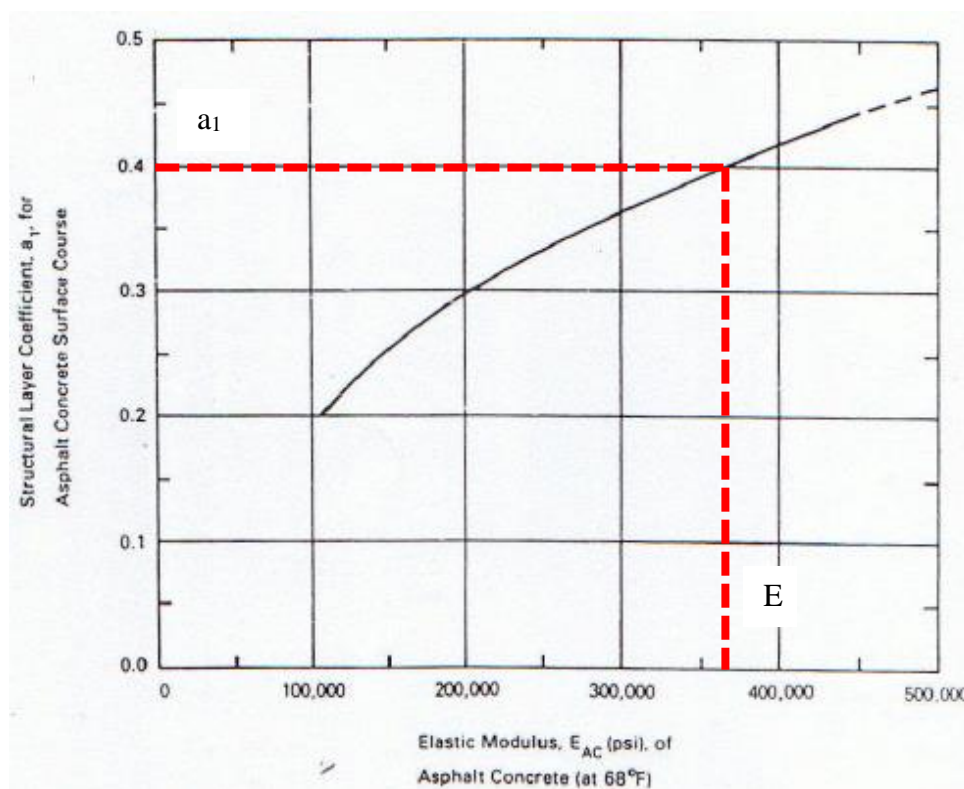
$$SN = (0,4 \times 9) + (0,15 \times 15 \times 1) + (0,13 \times 15 \times 1)$$

$$SN = 7,8$$

4) Menghitung modulus elastisitas

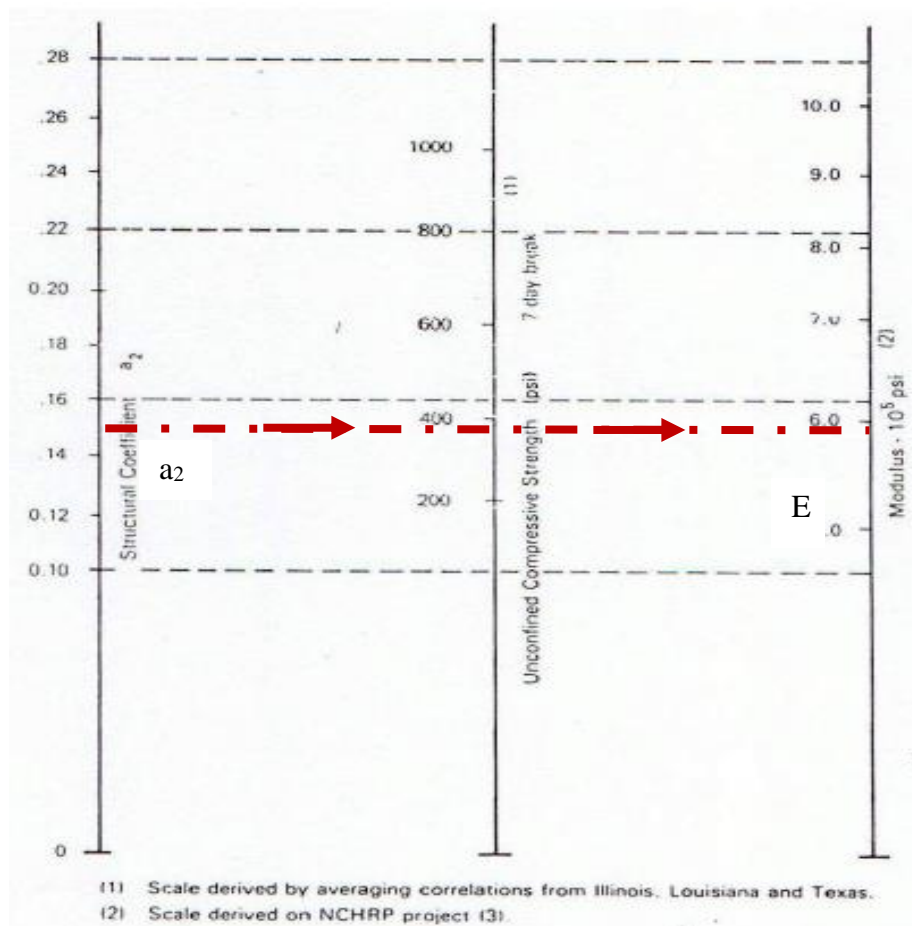
Berdasarkan pedoman perencanaan tebal perkerasan lentur pt T-01-2002-B dengan acuan ASSHTO 1993, menggunakan grafik hubungan kekuatan relatif dan modulus elastisitas pada lapis permukaan koefisien kekuatan relatif dan modulus elastisitas maka, didapat nilai modulus elastisitas untuk setiap jenis lapis perkerasan tersebut dan berdasarkan jenis perkerasan yang dipakai adalah sebagai berikut :

- a) Modulus elastisitas untuk lapisan permukaan dengan jenis beton beraspal (AC-BC) dengan koefisien a_1 sebesar 0,4 adalah sebesar 365.000 psi, Gambar 5.4.



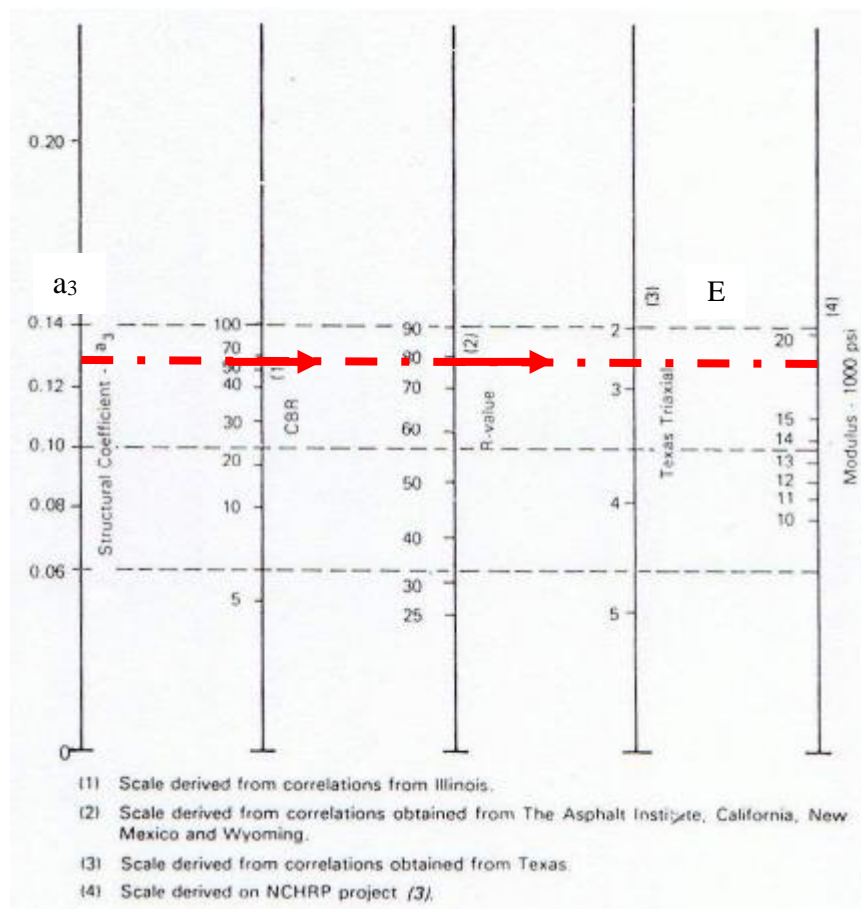
Gambar 5.4 Variasi memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan beton aspal (a_1)

- b) Modulus elastisitas untuk lapis pondasi atas dengan jenis stab. Tanah dengan cement dengan nilai koefisien a_2 sebesar 0,15 modulus elastisitas adalah sebesar $5,90 \times 10^5$ psi. (Gambar 5.5)



Gambar 5.5 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bersemen (a_2)

- c) Modulus elastisitas untuk lapis pondasi bawah dengan jenis stabilitas tanah dengan cement dengan nilai koefisien a_3 sebesar 0,13 modulus elastisitas adalah sebesar 18.000 psi, dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_3)

Dari hasil analisis tebal lapis tambah (*overlay*) dan nilai *Struktural Number*, dengan jenis perkerasan Laston dengan analisis persegmen dapat dipaparkan pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Hasil Analisis Lapis Tambah (*overlay*) Dan *Struktural Number* (SN)

Berdasarkan Panduan Pd T-05-2005-B dan Pt-T-01-2002

Segmen	Jenis Perkerasan	Modulus Resilient	Stabilitas Marshall	Tebal Lapis Tambah	strucktural Number
		(MPa)	Kg	cm	(SN)
1	Laston	2000	800	4	9,8
2	Laston	2000	800	-1	7,8
3	Laston	2000	800	8	11,4
4	Laston	2000	800	2	9
5	Laston	2000	800	2	9
6	Laston	2000	800	1	8,6
7	Laston	2000	800	2	9
8	Laston	2000	800	9	11,8

Tabel 5.13 Lanjutan

Segmen	Jenis Perkerasan	Modulus Resilient	Stabilitas Marshall	Tebal Lapis Tambah	strucktural Number
		(MPa)	Kg	cm	(SN)
9	Laston	2000	800	6	10,6
10	Laston	2000	800	1	8,9

Dalam penelitian ini didapat nilai tebal lapis tambah yang diperlukan untuk ruas jalan Klangan - Tempel untuk dapat melayani beban lalu lintas selama 10 tahun sebanyak 1.950.000 ESA, dimana pada tahun 2018 adalah tahun awal penggunaan jalan dan tahun 2028 adalah tahun akhir penggunaan jalan, dari hasil analisis tebal lapis tambah yang dilakukan untuk memperkuat struktur pada jalan Klangan-Tempel diambil nilai lendutan yang terburuk yaitu sebesar 9 cm. Seperti yang telah dipaparkan pada Tabel 5.14

Tabel 5.14 Hasil Akhir Analisis Lapis Tambah (*overlay*) dan *Strucktural Number* (SN) Berdasarkan Panduan Pd T-05-2005-B dan Pt-T-01-2002

Jenis Perkerasan	Modulus Resilient	Stabilitas Marshall	Tebal Lapis Tambah	strucktural Number
	(MPa)	Kg	Cm	(SN)
Laston	2000	800	9	8,2

Dan adapun nilai modulus elastisitas yang didapat dari hasil analisis untuk setiap jenis lapis pondasi dapat dipaparkan Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Hasil Analisis Modulus Elastisitas Berdasarkan Panduan Pt-T-01-2002

Jenis perkerasan	Kekuatan Relatif	Tebal Perkerasan	Modulus
Laston	0,4	10 cm	365.000 psi
CTB	0,13	15 cm	5,90 x 10 ⁵ psi
Agregat kelas A	0,15	15 cm	18.000 psi