

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR (OVERLAY)
MENGGUNAKAN METODE LENDUTAN BALIK DENGAN ALAT *BENKELMAN BEAM*
(Studi Kasus: Ruas Jalan Agrodadi, Kec. Sedayu, Kab. Bantul, DIY)¹

Abrar Raganata², Emil Adly S.T., M. Eng.³, Anita Rahmawati S.T.,M, Sc⁴

INTISARI

Evaluasi pada perkerasan lentur ruas Jalan Agrodadi, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta dilakukan mengingat pertumbuhan aktivitas lalu lintas yang semakin meningkat pada ruas jalan tersebut. Jalan Agrodadi merupakan ruas jalan yang menghubungkan antara Jawa Tengah (Wates, Purworejo, Semarang, dll) dengan Kabupaten Bantul. Banyaknya kendaraan dengan tonase tinggi yang melintas menyebabkan kerusakan di beberapa titik perkerasan.

Benkelman beam merupakan alat yang digunakan dalam melakukan pengujian lendutan pada ruas Jalan Agrodadi, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta Sta 4+050 sampai Sta 6+000. Benkelman beam dapat digunakan untuk mengukur lendutan balik dan lendutan langsung pada lapisan perkerasan jalan akibat beban lalu lintas. Adapun data pengujian digunakan sebagai analisis perencanaan tebal lapis tambahan (overlay) pada perkerasan jalan di ruas Jalan Agrodadi.

Berdasarkan hasil penelitian ruas Jalan Agrodadi, dari 20 segmen hanya dua segmen yang harus dilakukan penambahan tebal lapis, yaitu pada segmen 5 (Sta 4+450 – Sta 4+500) dengan tebal lapis 9 cm dan pada segmen 19 (Sta 5+850 – Sta 5+900) dengan tebal lapis 9 cm, serta direkomendasikan penambahan tebal lapis sebesar 9 cm. Adapun dari hasil perhitungan pada segmen yang lain didapat nilai minus, yang artinya perkerasan tidak perlu dilakukan tebal lapis tambah (overlay). Jika dilakukan tebal lapis tambah (overlay) pada segmen 5 dan segmen 19, maka akan mengganggu kenyamanan pengguna lalu lintas dikarenakan perbedaan tebal lapis perkerasan. Sehingga, tidak direkomendasikan tebal lapis tambah (overlay).

Kata Kunci : Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA), Lendutan Balik, Tebal Lapis Tambah (Overlay), Temperatur, Umur Rencana.

¹Judul Tugas Akhir, disampaikan Pada Seminar Tugas Akhir

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, NIM : 20130110086

³Dosen Pembimbing I

⁴Dosen Pembimbing II

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Daerah Istimewa Yogyakarta, merupakan suatu provinsi dengan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan infrastruktur yang sangat pesat perkembangannya. Pemeliharaan kondisi perkerasan jalan di kota Yogyakarta harus sangat diperhatikan guna menjaga produktivitas kegiatan manusia di kota ini.

Jalan Agrodadi Merupakan ruas jalan yang menghubungkan antara pengguna kendaraan dari Jawa Tengah (Wates, Purworejo, Semarang, dll) yang akan menuju Kabupaten Bantul. Pada ruas jalan ini, belum diketahui kinerja performa dari struktur perkerasan jalan. Struktur perkerasan jalan mempunyai umur rencana yang telah diperkirakan pada saat pembangunan jalan baru, sehingga kekuatan struktur perkerasan akan selalu menurun pada saat terus menerus menahan beban lalu lintas.

Pada penelitian pada ruas Jalan Agrodadi KM 4 + 050 sampai KM 6 + 000, penulis menggunakan metode pemeriksaan nondestruktif. Pemeriksaan nondestruktif adalah suatu cara pemeriksaan dengan mempergunakan alat yang diletakkan di atas permukaan jalan, sehingga tidak berakibat rusaknya konstruksi perkerasan jalan. Alat yang digunakan adalah *benkelman beam* yang merupakan alat untuk mengukur lendutan balik dan lendutan langsung perkerasan yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan.

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dengan analisis judul penelitian yang diajukan, adapun tujuan dari penelitian penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui besar lendutan balik pada struktur perkerasan lentur ruas Jalan Agrodadi, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta menggunakan alat *Benkelman beam*.
2. Mengetahui kelayakan pada lapis permukaan lentur pada ruas Jalan Agrodadi KM 4 + 050 – KM 6 + 000 untuk dilalui kendaraan atau harus dilakukannya perencanaan tebal lapis tambah.
3. Merencanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) berdasarkan metode lendutan menggunakan alat *Benkelman beam* dengan umur rencana 10 tahun.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Memberi gambaran dan informasi mengenai hasil kajian akan metode yang lebih baik dalam perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan alat *Benkelman beam*.
2. Dapat digunakan sebagai acuan dan perbandingan dalam penulisan penelitian mengenai peningkatan perkerasan jalan atau tebal lapis tambah (*overlay*) dengan metode lendutan menggunakan alat *benkelman beam* yang akan datang.

D. Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam hal pembahasan penelitian guna menyusun Tugas Akhir ini maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah pada ruas Jalan Agrodadi, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta, yang dimana ruas jalan tersebut adalah jalan kolektor berdasarkan klasifikasi fungsional.
2. Ruas Jalan Agrodadi yang diteliti sepanjang 2 km, STA 4 + 050 sampai STA 6 + 050.
3. Evaluasi tingkat lendutan pada perkerasan lentur di ruas Jalan Agrodadi, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta, menggunakan metode lendutan dengan alat *Benkelman beam*.
4. Perancangan tebal lapis tambah menggunakan jenis perkerasan lentur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Jalan

Menurut Undang – Undang no.22 tahun 2009, jalan dikelompokkan menjadi beberapa kelas berdasarkan fungsi jalan tersebut, intensitas lalu lintas, dan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat beserta dimensi kendaraan bermotor. Pengelompokkan kelas jalan terdiri atas :

1. Jalan Kelas I
2. Jalan Kelas II
3. Jalan Kelas III
4. Jalan Kelas Khusus

Berdasarkan Peraturan Pemerintah no. 34 tahun 2006, fungsi jalan dibedakan menurut sifat dan

pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan. Berdasarkan fungsinya, jalan terdiri atas :

1. Jalan Arteri
2. Jalan Kolektor
3. Jalan Lokal
4. Jalan Lingkungan

B. Perkerasan Jalan

Perkerasan berfungsi untuk melindungi tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan – lapisan pembentuk perkerasan supaya tidak mengalami tegangan dan regangan yang berlebihan akibat beban lalu lintas.

C. Tipe – Tipe Perkerasan

Menurut Hardiyatmo (2015), dalam menentukan tipe perkerasan yang akan direncanakan, harus mempertimbangan aspek dana pembangunan yang tersedia, biaya pemeliharaan, volume lalu – lintas yang dilayani, serta kecepatan pembangunan agar lalu – lintas tidak terlalu lama terganggu oleh pelaksanaan proyek. Berikut tipe – tipe perkerasan:

1. Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
3. Perkerasan Komposit (*composite pavement*)

D. Tipe – Tipe Pembangunan Perkerasan

Di dalam Hardiyatmo (2015), menurut DPU, Bina-Marga, menjelaskan kegiatan pemeliharaan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala.

E. Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Struktur Perkerasan

Faktor – faktor yang mempengaruhi kinerja struktur perkerasan adalah :

- a) Kelembaban
- b) Temperatur
- c) Cuaca
- d) Drainase
- e)

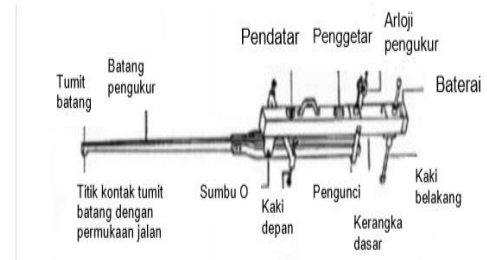
3. LANDASAN TEORI

A. Lapis Tambahan (*Overlay*)

Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) dilakukan sebagai usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan struktural perkerasan.

B. Benkelman beam

Salah satu alat yang digunakan adalah *Benkelman beam*. *Benkelman beam* merupakan alat uji defleksi statis dengan menerapkan beban statik atau beban yang bergerak perlahan ke permukaan perkerasan yang diikuti dengan pengukuran defleksi yang dihasilkannya.



Gambar 3.1 Alat *Benkelman beam*

Sumber : *SNI 2416:2011*

C. Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*) Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan

Ketentuan tahapan perhitungan dalam perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan metode lendutan Pd. T-05-2005-B adalah sebagai berikut :

1) Lalu Lintas

- a) Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jumlah lajur berdasarkan perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
$L < 4,50 \text{ m}$	1
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

Sumber : *Badan Litbang DPU, Pd. T-05-2005-B.*

- b) Koefisien distribusi kendaraan (C)

untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan sesuai Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan Berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,50	0,475
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,40

Keterangan : *) Mobil Penumpang
**) Truk dan Bus

Sumber : Badan Litbang DPU, Pd. T-05-2005-B.

- c) Ekuivalen beban sumbu kendaraan (E)
Angka ekuivalen (E) masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus 3.1,3.2,3.3,dan 3.4 atau pada Tabel 3.3

$$\text{Angka Ekuivalen STRT} = \left[\frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{5,40} \right]^4 \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\text{Angka Ekuivalen STRG} = \left[\frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{8,16} \right]^4 \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Angka Ekuivalen SDRG} = \left[\frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4 \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Angka Ekuivalen STRRG} = \left[\frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{18,45} \right]^4 \dots\dots\dots(3.4)$$

- d) Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut rumus 3. 5 atau Tabel 3.4

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \dots\dots\dots(3.5)$$

- e) Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan Rumus 3.6.

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots(3.6)$$

2) **Lendutan dengan Benkelman beam**

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton). Besarnya lendutan balik adalah sesuai Rumus 3.7.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{BB} \dots\dots\dots(3.7)$$

3) **Keseragaman Lendutan**

Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan Rumus 3.8 sebagai berikut :

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK_{ijin} \dots\dots\dots(3.8)$$

4) **Lendutan Wakil**

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/ seksi jalan disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu:

- Untuk jalan arteri/tol (tingkat kepercayaan 98%)
 $D_{wakil} = d_R + 2s \dots\dots\dots(3.9)$
- Untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%)
 $D_{wakil} = d_R + 1,64s \dots\dots\dots(3.10)$
- Untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 90%)
 $D_{wakil} = d_R + 1,28s \dots\dots\dots(3.11)$

5) **Lendutan Rencana**

Hitung lendutan rencana/ijin (Drencana) dengan menggunakan Rumus 3.12;
 $D_{rencana} = 22,208 \times CESA(-0,2307) \dots\dots\dots(3.12)$

6) **Hitung Tebal Lapis Tambah**

Hitung tebal lapis tambah (overlay) dengan menggunakan Rumus (3.13):
 $H_o = \frac{[Ln(1,0364) + Ln(D_{sbl\ ov}) - Ln(D_{stl\ ov})]}{0,0597} \dots\dots\dots(3.13)$

7) **Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah**

Tebal lapis tambah (*overlay*) yang diperoleh adalah berdasarkan tempertatur standar 35°C, maka untuk masing –masing daerah perlu dikoreksi karena memiliki temperatur perkerasan rata – rata tahunan (TPRT) yang berbeda. Faktor koreksi tebal lapis tambah (*overlay*) (Fo) dapat diperoleh dengan Rumus 3.14

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \dots\dots\dots(3.14)$$

8) Jenis Lapis Tambah

faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL}) sesuai Rumus 3.15.

$$FK_{TBL} = 12,51 \times MR^{0,333} \dots\dots\dots(3.15)$$

9) Tebal Lapis Tambah Terkoreksi

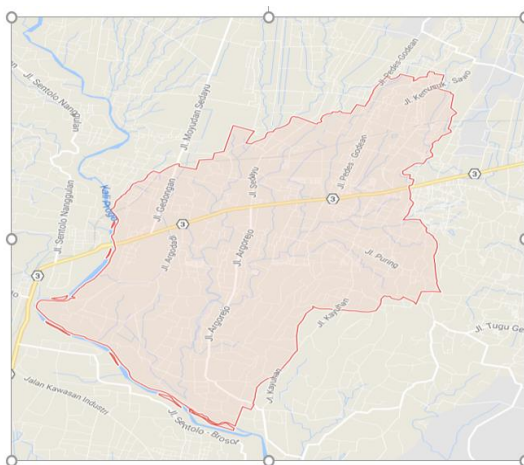
Hitung tebal lapis tambah (*overlay*) terkoreksi (Ht) dengan mengkalikan Ho dengan faktor koreksi *overlay* (Fo), yaitu sesuai dengan Rumus 3.16;

$$H_t = H_o \times F_o \dots\dots\dots(3.16)$$

4. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

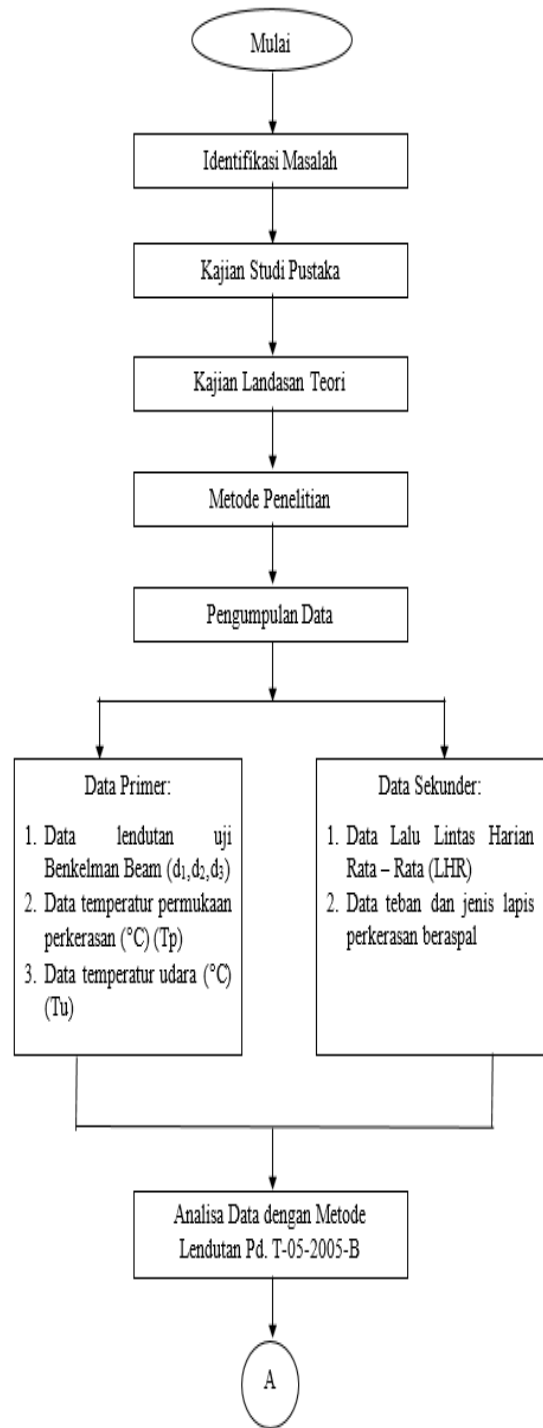
Pada penelitian evaluasi tingkat lendutan pada perkerasan lentur menggunakan alat *Benkelman beam* ini mengambil lokasi studi kasus pada ruas Jalan Agrodadi, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan ruas jalan yang menjadi topik penelitian sepanjang 2 kilometer, dimulai dari KM 04+050 sampai dengan KM 06+050.



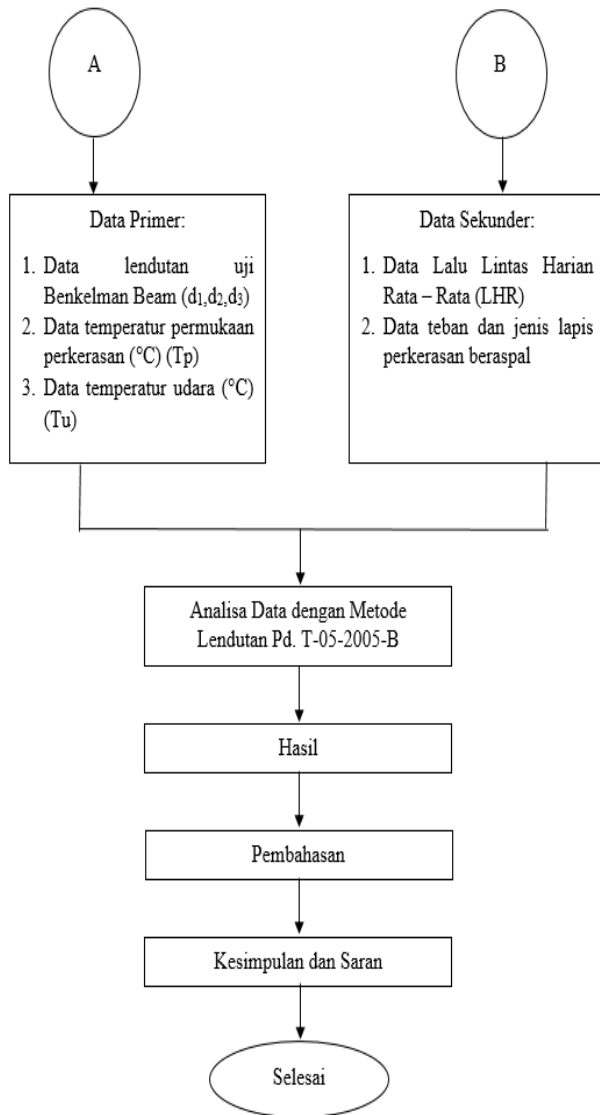
Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian Kec. Sedayu, Kab Bantul, DIY

Sumber : Google Maps

B. Tahap Penelitian



Gambar 4.2 Bagan alir pelaksanaan penelitian



Gambar 4.2 bagan alir pelaksanaan penelitian (lanjutan)

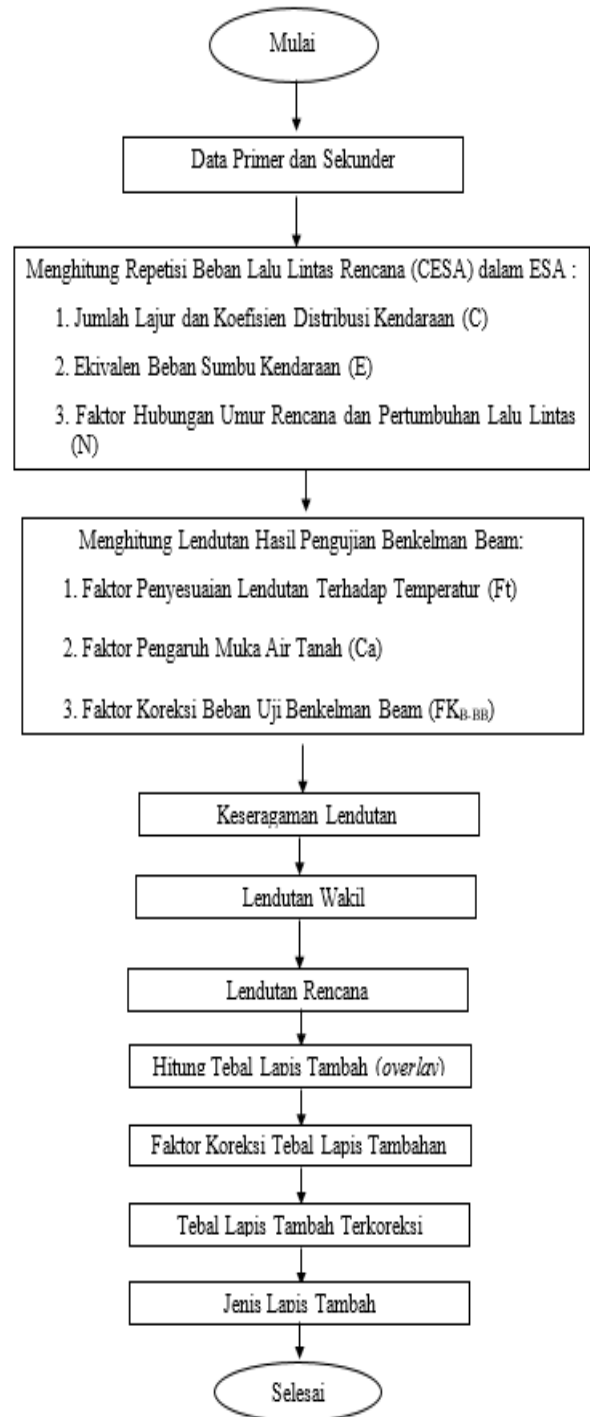
C. Pengumpulan Data

- Data Primer
Data primer yang digunakan untuk penelitian ini adalah hasil pengujian dan survey lapangan. Mengacu pada SNI 2416:2011.
- Data Sekunder
 - a) Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR).
 - b) Data Tebal dan Jenis Lapis Perkerasan Beraspal.

D. Analisa Data

Analisis perhitungan dengan menggunakan Pd. T-05-2005-B sebagai pedoman untuk perencanaan tebal lapis tambah yang telah dijelaskan pada

BAB III dan MKJI 1997 yang digunakan sebagai pedoman untuk tata cara perhitungan volume lalu lintas dengan metode *survey traffic counting*. Berikut adalah tahapan analisis perhitungan uji lendutan menurut Pd. T-05-2005-B yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 bagan alir analisa perhitungan

5. Analisis Data

A. Data Geometri Jalan

Tabel 5.1 Data Geometri Ruas Jalan Agrodadi

Deskripsi	Keterangan
Nama Jalan	Agrodadi - Sedayu
Lokasi	Agrodadi Sedayu, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
Titik Pengamatan	Sta. 04+050 – Sta. 06+000
Lebar Perkerasan Efektif	±6 m
Tebal Perkerasan	± 6 cm
Jenis Perkerasan	Asphalt Concrete (AC-BC)
Tipe Jalan	2 lajur, 2 arah tidak terbagi (2/2 UD)
Status Jalan	Jalan Provinsi
Fungsi Jalan	Lokal Primer
Medan	Datar
Median	Tidak ada
Marka Jalan	Ada

B. Data Lalu Lintas

Adapun data lalu lintas harian rata – rata (LHR) yang digunakan adalah data LHR pada tahun 2017 dengan presentase pertumbuhan lalu lintas sebesar 6%.

Tabel 5.2 Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata Tahun 2017

No	Golongan Kendaraan	Jenis	LHR (Kendaraan/Hari/ 2 Arah)
1	1	Sepeda Motor, Skuter, dan Kendaraan Roda Tiga	22920
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon	1176
3	3	Opelet, Pick up, Suburban, Combi, & Mini Bus	696
4	4	Pick up Mikro Truk dan Mobil Hantaran	24
5	5a	Bus Kecil	96
6	5b	Bus Besar	72
7	6a	Truk Dua Sumbu Empat Roda	0
8	6b	Truk Dua Sumbu Enam Roda	1032
9	7a	Truk Tiga Sumbu	144
10	7b	Truk Gandeng	0
11	7c	Truk Semi Trailer	0
12	8	Kendaraan Tak Bermotor	816

Sumber : Tugas Akhir Nanda Gemasih (2017)

1. Faktor Hubungan Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)

nilai faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N) ruas Jalan Agrodadi yaitu sebagai berikut :

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

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

$$N = 13,576219$$

2. Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (CESA) sebesar 7.502.944,94 ESA, dan dibulatkan menjadi 7.510.000 ESA.

E. Analisis Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur

1. Data Primer :

- Data pengujian lendutan dengan alat Benkelman Beam seperti pada Tabel 5.3.
- Data temperatur udara dan temperatur permukaan seperti pada Tabel 5.3 .

2. Data Sekunder :

- Lapis beraspal ruas Jalan Agrodadi berupa laston (AC-BC) dengan ketebalan ± 6 cm.
- Lalu lintas pada laju rencana dengan umur rencana 10 tahun (CESA) sebesar 7.510.000 ESA.

3. Analisa Data Lendutan

- Segmen 1 (Sta 04+050 – Sta 04+150)

1) Temperatur udara (Tu) = 36 °C

2) Temperatur permukaan (Tp) = 42 °C

3) Temperatur tengah (Tt) = 45,9 °C

4) Temperatur bawah (Tb) = 42,9 °C

5) Temperatur lapis perkerasan (Tl) = 43,6 °C

6) Koreksi pada temperatur standar (Ft)

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

$$F_t = 4,184 \times T_L^{-0,4025}$$

$$F_t = 4,184 \times 43,6^{-0,4025}$$

$$F_t = 0,92$$

7) Faktor Koreksi Musim

Kondisi pada saat pengujian adalah musim kemarau, sehingga faktor koreksi yang digunakan adalah 1,2.

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

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

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

$$FK_{B-BB} = 0,6913$$

9) Lentutan Terkoreksi

a) Sta 04 + 050

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

$$d_B = 2 \times (0,14 - 0) \times 0,92 \times 1,2 \times 0,69$$

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

b) Sta 04 + 100

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

$$d_B = 2 \times (0,16 - 0) \times 0,92 \times 1,2 \times 0,69$$

$$d_B = 0,24 \text{ mm}$$

10) Lentutan rata – rata (d_R)

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

$$d_R = \frac{0,46}{2}$$

$$d_R = 0,2278 \text{ mm}$$

11) Deviasi Standar (s)

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

$$s = \sqrt{\frac{2 (0,10) - (0,46)^2}{2 (2 - 1)}}$$

$$s = 0,021480401$$

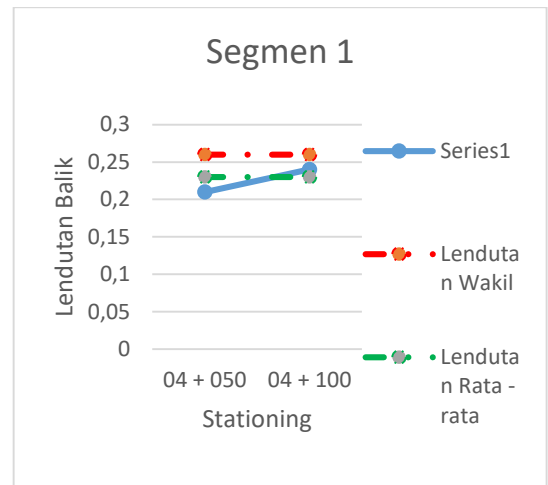
12) Keseragaman Lentutan (FK)

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

$$FK = 0,021480401/0,22783406 \times 100\%$$

$$FK = 9,428090416 \%$$

(Keseragaman Sangat Baik)



Gambar 5.1 Lentutan Terkoreksi Segmen 1

13) Lentutan Wakil (D_{wakil})

$$D_{wakil} = d_R + 1,28s \text{ (tingkat kepercayaan 90\%)}$$

$$D_{wakil} = 0,22783406 + (1,28 \times 0,021480401)$$

$$D_{wakil} = 0,255328974 \text{ mm}$$

14) Lentutan Rencana/ijin (D_{rencana})

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

$$D_{rencana} = 22,208 \times 7.510.000^{(-0,2307)}$$

$$D_{rencana} = 0,57836667 \text{ mm}$$

15) Hitung Tebal Lapis Tambah / Overlay (H_o)

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

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(0,25533) - \ln(0,57836667)]}{0,0597}$$

$$H_o = -13,0237534 \text{ cm}$$

16) Menentukan Koreksi Tebal Lapis Tambah (F_o)

Temperatur perkerasan rata – rata tahunan (TPRT) = 35,5

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

$$F_o = 1,001934295$$

17) Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi (H_t)

$$H_t = H_o \times F_o$$

$$H_t = -13,0237534 \times 1,001934295$$

$$H_t = -13,04894518 \text{ cm}$$

Adapun hasil dari analisa tebal lapis tambah pada segmen 1 berdasarkan jenis perkerasan yang digunakan dapat dijabarkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Analisa Lapis Tambah Menggunakan Metode Lentutan

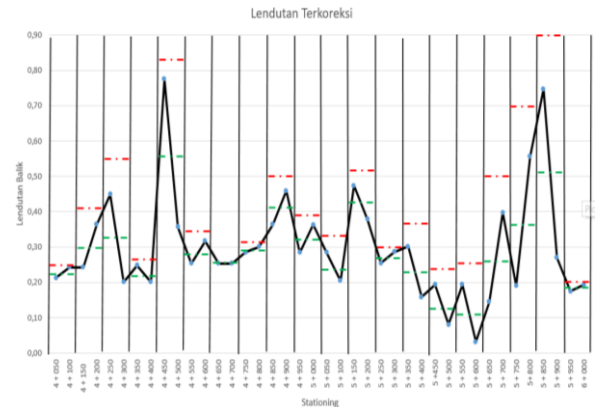
Deskripsi	Satuan	Segmen 1
-----------	--------	----------

Jenis Perkerasan	-	Laston
Modulus Resilien (MR)	MPa	2000
Stabilitas Marshall	Kg	800
FK _{TBL}	-	1,00
Tebal Lapis Tambah	cm	-14

Adapun hasil analisa yang telah dilakukan berdasarkan data primer dan data sekunder pada ruas jalan Agrodadi menggunakan pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan menggunakan metode lendutan (Pd. T-05-2005-B) yang dimulai pada titik Sta 04 + 050 hingga Sta 06 + 000, telah didapatkan hasil yang dijelaskan pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.6 Hasil Analisa Lendutan (Pd. T-05-2005-B)

Segmen	Lendutan Rata - Rata	Standar Deviasi	Keseragaman Lendutan	Lendutan Wakil	Lendutan Rencana
	D _R (mm)	S	FK (%)	D _{WAKIL} (mm)	D _{RENCANA} (MM)
1	0,22783	0,02148	9,42809	0,25533	0,57584
2	0,30378	0,08592	0,00283	0,41376	0,57584
3	0,32549	0,17536	0,32549	0,54995	0,57584
4	0,2274	0,03288	14,62980	0,26683	0,57584
5	0,5657	0,29592	52,30653	0,94451	0,57584
6	0,2850	0,04479	15,71348	0,34235	0,57584
7	0,2534	0	0	0,25336	0,57584
8	0,2929	0,01120	3,82220	0,30727	0,57584
9	0,4117	0,06718	16,31785	0,49769	0,57584
10	0,3235	0,05579	17,24651	0,39493	0,57584
11	0,2446	0,05579	22,80990	0,31602	0,57584
12	0,4261	0,06695	15,71348	0,51179	0,57584
13	0,2702	0,02248	8,31890	0,29894	0,57584
14	0,2304	0,10114	43,88939	0,35990	0,57584
15	0,1371	0,07982	58,23232	0,23925	0,57584
16	0,1129	0,11403	101,01525	0,25885	0,57584
17	0,2712	0,17831	65,74191	0,49946	0,57584
18	0,3735	0,25846	69,20620	0,70430	0,57584
19	0,5086	0,33713	66,29126	0,94008	0,57584
20	0,1838	0,01274	6,93175	0,20014	0,57584



Gambar 5.2 Lendutan Terkoreksi

Tabel 5.7 Hasil Analisa Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Segmen	Jenis Perkerasan	Modulus Resilien (MPa)	Stabilitas Marshall (kg)	FK _{TBL}	Tebal Lapis Tambah (cm)
1	Laston	2000	800	1,00	-13,05
2	Laston	2000	800	1,00	-4,95
3	Laston	2000	800	1,00	-0,17
4	Laston	2000	800	1,00	-12,31
5	Laston	2000	800	1,00	8,90
6	Laston	2000	800	1,00	-8,13
7	Laston	2000	800	1,00	-13,18
8	Laston	2000	800	1,00	-9,94
9	Laston	2000	800	1,00	-1,85
10	Laston	2000	800	1,00	-5,71
11	Laston	2000	800	1,00	-9,47
12	Laston	2000	800	1,00	-1,38
13	Laston	2000	800	1,00	-10,40
14	Laston	2000	800	1,00	-7,29
15	Laston	2000	800	1,00	-14,14
16	Laston	2000	800	1,00	-12,82
17	Laston	2000	800	1,00	-1,79
18	Laston	2000	800	1,00	-3,98
19	Laston	2000	800	1,00	8,83
20	Laston	2000	800	1,00	-17,14

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Adapun rekomendasi perencanaan tebal lapis tambah dan material penyusun yang diperlukan pada ruas Jalan Agrodadi untuk melayani pengguna jalan selama 10 tahun kedepan dengan 7.510.000 ESA akan dijabarkan pada Tabel berikut.

Tabel 5.8 Rekomendasi Analisa Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Segmen	Stasiun g	Len dutan Balik (mm)	Tebal Lapis Tambah (cm)	Hasi l PCI	Tingkat an
1	4 + 050	0,46	-	29	FAIR
	4 + 100				
2	4 + 150	0,61	-	100	EXCELLEN T
	4 + 200				
3	4 + 250	0,65	-	88	EXCELLEN T
	4 + 300				
4	4 + 350	0,45	-	60	GOOD
	4 + 400				
5	4 + 450	1,13	8,9	45	FAIR
	4 + 500				
6	4 + 550	0,57	-	100	EXCELLEN T
	4 + 600				
7	4 + 650	0,51	-	100	EXCELLEN T
	4 + 700				
8	4 + 750	0,59	-	91	EXCELLEN T
	4 + 800				
9	4 + 850	0,82	-	68	GOOD
	4 + 900				
10	4 + 950	0,65		73	VERY GOOD

	5 + 000		-		
11	5 + 050	0,49	-	54	FAIR
	5 + 100		9,47		
12	5 + 150	0,85	-	24	VERY POOR
	5 + 200		1,38		
13	5 + 250	0,54	-	68	VERY GOOD
	5 + 300		10,4		
14	5 + 350	0,46	-	70	GOOD
	5 + 400		7,29		
15	5 + 450	0,27	-	77	VERY GOOD
	5 + 500		14,14		
16	5 + 550	0,23	-	75	VERY GOOD
	5 + 600		12,82		
17	5 + 650	0,54	-	74	VERY GOOD
	5 + 700		1,79		
18	5 + 750	0,75	-	100	EXCELLEN T
	5 + 800		3,98		
19	5 + 850	1,02	8,8	76	VERY GOOD
	5 + 900		3		
20	5 + 950	0,37	-	68	GOOD
	6 + 000		17,14		

Dari Tabel 5.8 diatas, dapat diketahui bahwa hubungan antara struktur dari pengujian lendutan menggunakan alat *benkelman beam* dan keadaan visual dari pengujian PCI pada perkerasan lentur pada ruas Jalan Agrodadi, Kec.

Sedayu, Kab. Bantul, DIY, tidak berbanding lurus antara hasil pengujian struktur dan pengujian visual. Seperti contoh data yang diambil pada Tabel 5.11, pada segmen 5 yang mempunyai lendutan balik 1,13 mm dan hasil PCI senilai 45 (*FAIR*), segmen 12 yang mempunyai lendutan balik 0,85 mm dan hasil PCI senilai 24 (*POOR*), dan segmen 18 yang mempunyai lendutan balik 0,75 mm dan hasil PCI senilai 100 (*EXCELLENT*).

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, yang mengacu kepada Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan (Pd T-05-2005-B), maka pada penelitian untuk Tugas Akhir ini di dapat kesimpulan sebagai berikut :

A. Kesimpulan

1. Data lendutan balik rata – rata (d_R), menentukan keadaan struktur perkerasan diantaranya yaitu pada segmen 1 (Sta 04 + 050 – sta 04 +100) sebesar 0,22783 mm, segmen 2 (Sta 04 + 150 – sta 04 +200) sebesar 0,30378 mm, segmen 3 (Sta 04 + 250 – sta 04 +300) sebesar 0,32549 mm, segmen 4 (Sta 04 + 350 – sta 04 +400) sebesar 0,2274 mm, segmen 5 (Sta 04 + 450 – sta 04 +500) sebesar 0,5657 mm, segmen 6 (Sta 04 + 550 – sta 04 +600) sebesar 0,2850 mm, segmen 7 (Sta 04 + 650 – sta 04 +700) sebesar 0,2534 mm, segmen 8 (Sta 04 + 750 – sta 04 +800) sebesar 0,2929 mm, segmen 9 (Sta 04 + 850 – sta 04 +900) sebesar 0,4117 mm, segmen 10 (Sta 04 + 950 – sta 05 +000) sebesar 0,3235 mm, segmen 11 (Sta 05 + 050 – sta 05 +100) sebesar 0,2446 mm, segmen 12 (Sta 05 + 150 – sta 05 +200) sebesar 0,4261 mm, segmen 13 (Sta 05 + 250 – sta 05 +300) sebesar 0,2702 mm, segmen 14 (Sta 05 + 350 – sta 05 +400) sebesar 0,2304 mm, segmen 15 (Sta 05 + 450 – sta 05 +500) sebesar 0,1371 mm, segmen 16 (Sta 05 + 550 – sta 05 +600) sebesar 0,1129 mm, segmen 17 (Sta 05 + 650 – sta 05 +700) sebesar 0,2712 mm, segmen 18 (Sta 05 + 750 – sta 05 +800) sebesar 0,3735 mm, segmen

19 (Sta 05 + 850 – sta 05 +900) sebesar 0,5086 mm, segmen 20 (Sta 05 + 950 – sta 06 +000) sebesar 0,1838 mm.

2. Hasil analisa perhitungan untuk perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*), dengan umur rencana 10 tahun dan menggunakan jenis lapis Laston (*Asphalt Concrete*) dengan nilai Modulus Resilien (MR) sebesar 2000 MPa dan Stabilitas Marshall sebesar 800 kg, diantaranya yaitu segmen 1 (Sta 04 + 050 – sta 04 +100) sebesar -14 cm, segmen 2 (Sta 04 + 150 – sta 04 +200) sebesar -5 cm, segmen 3 (Sta 04 + 250 – sta 04 +300) sebesar -1 cm, segmen 4 (Sta 04 + 350 – sta 04 +400) sebesar -13 cm, segmen 5 (Sta 04 + 450 – sta 04 +500) sebesar 9 cm, segmen 6 (Sta 04 + 550 – sta 04 +600) sebesar -9 cm, segmen 7 (Sta 04 + 650 – sta 04 +700) sebesar -14 cm, segmen 8 (Sta 04 + 750 – sta 04 +800) sebesar -10 cm, segmen 9 (Sta 04 + 850 – sta 04 +900) sebesar -2 cm, segmen 10 (Sta 04 + 950 – sta 05 +000) sebesar -6 cm, segmen 11 (Sta 05 + 050 – sta 05 +100) sebesar -10 cm, segmen 12 (Sta 05 + 150 – sta 05 +200) sebesar -2 cm, segmen 13 (Sta 05 + 250 – sta 05 +300) sebesar -11 cm, segmen 14 (Sta 05 + 350 – sta 05 +400) sebesar -8 cm, segmen 15 (Sta 05 + 450 – sta 05 +500) sebesar -15 cm, segmen 16 (Sta 05 + 550 – sta 05 +600) sebesar -13 cm, segmen 17 (Sta 05 + 650 – sta 05 +700) sebesar -2 cm, segmen 18 (Sta 05 + 750 – sta 05 +800) sebesar -4 cm, segmen 19 (Sta 05 + 850 – sta 05 +900) sebesar 9 cm, segmen 20 (Sta 05 + 950 – sta 06 +000) sebesar -18 cm. Dari hasil analisa perencanaan tebal lapis tambah tersebut, direkomendasikan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 6 cm.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan guna mempertajam analisis mengenai peningkatan pelayanan pada ruas Jalan Agrodadi, Kec. Sedayu, Kab. Bantul, D.I. Yogyakarta sebagai berikut :

1. Melakukan perbandingan analisis perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan Pedoman Perencanaan Tebal Lapis

Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan (Pd. T-05-2005-B) yang telah dilakukan dengan metode *Asphalt Institute* ataupun Desain Perkerasan Jalan Bina Marga No. 02/M/BM/2013.

2. Melakukan perbandingan alat yang digunakan untuk mengetahui lendutan balik yang diperoleh dari alat *Benkelman Beam* yang telah dilakukan dengan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD).

7. Daftar Pustaka

- Arianto, Diki Dwi. 2017. *Perancangan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur (Overlay) Menggunakan Metode Lendutan Balik (Studi Kasus : Ruas Jalan Goa Selarong, Kec. Pajangan, Kab. Bantul, DIY.)*
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur dengan Alat Benkeleman Beam SNI 2416-2011*, Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd T-05-2005-B*, Pedoman Konstruksi dan Bangunan. Jakarta.
- Hajar, Said Syeh Ibnu. 2017. *Perancangan Tebal Lapis Tambah (Overlay) dengan Metode Lendutan Balik (Studi Kasus : Ruas Jalan Goa Selarong KM 9+450 – KM 11 + 450, Kec. Pajangan, Kab. Bantul, DIY.)*
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Kurniawan, Rizaldi. 2016. *Analisa Kondisi Kerusakan Jalan Pada Lapis Permukaan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI), (Studi Kasus : Ruas Jalan Agrodadi, Sedayu, Bantul, Yogyakarta.)*
- Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.
- Prasetyo, Dani. 2017. *Analisa Kinerja Ruas Jalan dan Simpang Tak Bersinyal Tiga Lengan (Studi Kasus : Ruas Jalan Sedayu dan Simpang Tiga Lengan Tak Bersinyal Jalan Sedayu dan Jalan Agrodadi, Dusun Sungepan, Desa Agrodadi, Kec. Sedayu, Kab. Bantul, Provinsi D.I.Yogyakarta)*
- Putra, Try Asa Khairoza. 2017. *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan Balik Menggunakan Alat Benkelman Beam (Studi Kasus : Ruas Jalan Klangon – Tempel Km 16+200 sampai 18+200.)*
- Sukirman, Silvia.1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung. Badan Penerbit Nova.