

Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Dengan Metode Lendutan Balik Menggunakan Alat *Benkelmen Beam* (Studi Kasus: Ruas Jalan Agrodadi, Sedayu, Kab.Bantul, DIY)

Planning Overlay With Deflection Method Using Benkelmen Bam (Case Study:Agrodadi, Sedayu, Kab.Bantul)

M Dede Dimas Wahyu Saputra

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Evaluasi pada perkerasan ruas Jalan Agrodadi, sedayu, Kabupaten Bantul dilakukan mengingat aktivitas lalu lintas pada ruas jalan tersebut semakin meningkat akibat pertumbuhan aktivitas lalu lintas masyarakat sekitar yang tinggi ditambah Jalan Sedayu merupakan jalan alternatif truck dari arah Jogja-Bantul, banyaknya kendaraan dengan tonase tinggi yang melintas hingga menyebabkan kerusakan di beberapa titik perkerasan. *Benkelman Beam* merupakan alat yang digunakan dalam melakukan pengujian lendutan pada ruas Jalan Agrodadi, Sedayu, Kabupaten Bantul, alat ini dapat digunakan untuk mengukur lendutan balik dan lendutan langsung pada lapisan perkerasan jalan akibat beban lalu lintas, adapun data pengujian dapat digunakan dalam analisa perencanaan lapis tambahan (*overlay*). Berdasarkan hasil analisis data primer dan sekunder yang telah di dapat, dapat dinyatakan bahwa data lendutan balik rata-rata (dR) yang menggambarkan keadaan struktur pekerasan di dapat tebal lapis tambah berdasarkan tebal perencanaan yaitu sebesar -0,66 cm dengan jenis lapis tambah Laston (*Asphalt Concrete*). Umur pelayanan rencana sebesar 10 tahun dalam perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana pada ruas Jalan Agrodadi, Sedayu sebesar 6.470.000 ESA.

Kata Kunci : Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Standar (CESA), Lendutan Balik, Tebal Lapis Tambah (Overlay), Temperatur

Abstract. *Pavement evaluation on Jl.Agrodadi Sedayu, Kab. Bantul section was conducted considering increasing traffic caused by increasing local traffic activity and mentioned road had been used an alternative route for truck from Jogja to Bantul, many of vehicles with tonnage hige passing causing damage at some point pavement. Benkelmen Beam is an apparatus used to measure deflection on jl.Agrodadi, Sedayu kab Bantul section this apparatus were used to measure vertical deflection and rebound deflection caused by traffic load result can be used to design pavement overlay. Based on the result of the analysis primer anf sekunder data obtained, it can be stated that average deflection data which describes the state of the pavement Obtained overlay based on the biggest planning thickness -0,66 cm with type laston asphalt concrete Service life plan 10 year in planning overlay pavement with a standard axis load accumulation (CESA) during the life of the plan on the road section Agrodadi, Sedayu 6.470.00 ESA.*

Keywords : *Standard axis load accumulation (CESA), Deflection, Overlay, Life plan*

1. Pendahuluan

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan kemajuan di berbagai bidang, maka sangat dituntut adanya fasilitas yang mendukungnya. Salah satunya adalah prasarana transportasi. Transportasi mempunyai peranan penting dalam menentukan kelancaran proses pelaksanaan pembangunan pada suatu negara. Oleh karena itu, kebutuhan akan infrastruktur transportasi merupakan hal yang mutlak untuk dipenuhi dalam upaya mendukung proses pelaksanaan pembangunan.

Dari sekian banyak model alat dalam pengujian lendutan pada perkerasan lentur salah satunya dapat menggunakan alat *Benkelman Beam* (BB), *Benkelman Beam* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur lendutan balik, lendutan langsung dan titik belok perkerasan yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan (Bina Marga, 2005). Penggunaan alat ini sangat efektif untuk menentukan kekuatan struktur tanpa menyebabkan kerusakan pada permukaan jalan. dari hasil pengujian akan diperoleh nilai lendutan balik maksimum, lendutan balik titik belok dan cekung lendutan (SNI 2416 2011).

Lendutan maksimum adalah besarnya lendutan balik pada kedudukan di titik kontak batang *Benkelman Beam* setelah beban berpindah sejauh 6 meter, Lendutan balik titik belok adalah besarnya lendutan balik pada kedudukan di titik kontak batang *benkelman beam* setelah beban berpindah 0,4 meter, dan cekung lendutan adalah kurva yang menggambarkan bentuk lendutan dari suatu segmen jalan (SNI 2416 2011). Data-data tersebut diatas kemudian dapat dijadikan sebagai data perencanaan desain tebal lapis tambah (*overlay*).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dalam penelitian tugas akhir ini akan mengevaluasi ruas jalan Agrodadi, Sedayu, Kabupaten Bantul dengan menggunakan alat *Benkelman Beam*. *Benkelman Beam* merupakan alat yang digunakan dalam melakukan pengujian lendutan pada ruas jalan

Agrodadi, Sedayu, Kabupaten Bantul, alat ini dapat digunakan untuk mengukur lendutan balik dan lendutan langsung pada lapisan perkerasan jalan akibat beban lalu lintas, sehingga data hasil dari pengujian dapat digunakan dalam analisa perencanaan lapis tambahan (*overlay*) perkerasan ruas jalan Agrodadi, Sedayu, Kabupaten Bantul. Dengan menggunakan Metode Pd No.002/P/BM/2011.

2. Tinjauan Pustaka

Didalam pasal 6 dan pasal 9 peraturan pemerintah No 34 tahun 2006 tentang jalan dijelaskan bahwa fungsi jalan terdapat pada sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antar kawasan perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan peran perkotaan yang dihubungkannya. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antar kawasan di dalam perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan fungsi kawasan yang dihubungkannya. Didalam pasal 9 ayat 1 peraturan pemerintah No 34 tahun 2006 Berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas angkutan jalan fungsi jalan dibedakan atas jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan.

Fungsi utama jalan sebagai penghubung antar daerah maka jaringan jalan yang baik akan memberikan dampak positif bagi perkembangan suatu wilayah, untuk itu jalan perlu dirawat untuk mewujudkan pelayanan jalan yang baik dan berpihak pada kepentingan masyarakat (Gianina dkk.,2019)

2.1. Definisi dan Klasifikasi Jalan

Adapun klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya menurut (Peraturan Pemerintah No 34, 2006) dapat dibedakan menjadi:

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

4. Jalan Lingkungan

Adapun klasifikasi jalan berdasarkan kelasnya pada pasal 19 ayat 2 pada (Peraturan Pemerintah UU No.22, 2009) tentang lalu lintas dan angkutan jalan diantaranya:

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

Untuk membangun jalan raya Indonesia telah mempunyai peraturan serta pedoman dalam perencanaan struktur tebal perkerasan jalan raya yang merupakan hasil modifikasi dan penyesuaian dari negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Australia. dengan tujuan untuk memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan dalam berlalu lintas (Nauval dkk., 2014)

Survei kelayakan struktural jalan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara destruktif dan non destruktif (Sukirman, 1999)

2.2. Perkerasan Jalan

Perkerasan adalah susunan konstruksi struktural yang menggunakan campuran bahan ikat baik itu berupa aspal maupun semen (*portland cement*) dan agregat baik itu berupa batu pecah, batu kali, batu belah maupun berupa agregat sintesis/ buatan (*synthetic/artificial aggregates*) yang berada diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*) guna melayani lalu lintas rencana yang telah ditentukan.

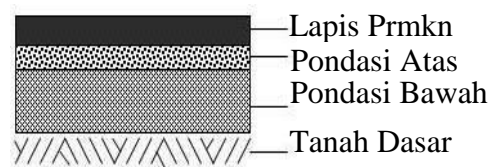
Struktur perkerasan jalan sebagai komponen dari prasarana transportasi yang berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Oleh karena itu, struktur perkerasan perlu memiliki stabilitas yang tinggi, kokoh selama masa pelayanan jalan dan tahan terhadap pengaruh lingkungan dan atau cuaca (Helmy, 2014).

2.3. Jenis Perkerasan Jalan

Apabila dilihat dari bahan pengikatnya, maka jenis perkerasan jalan dapat diklasifikasikan menjadi:

2.4. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan Lentur merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Gambar 1 menunjukkan lapisan - lapisan pembentuk perkerasan lentur.



Gambar 1. Lapisan-lapisan Pembentuk Perkerasan Lentur

2.4.1. Umur Rencana Jalan

Berdasarkan Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987), dijelaskan bahwa umur rencana adalah jumlah waktu dan tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka samapai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru. Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air.

Ruas jalan yang telah habis masa layannya membutuhkan penanganan agar dapat kembali berfungsi dengan baik Salah satu penanganan yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan tebal lapis aspal tambahan (*overlay*) pada perkerasan tersebut. Perencanaan *overlay* yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*under-design*) atau menyebabkan

konstruksi tidak ekonomis (*over-design*) (Andyas dkk.,2017).

2.5.Kerusakan Struktur Perkerasan Jalan

Pertumbuhan alat transportasi darat dari tahun ke tahun semakin meningkat berimbas kepada perkerasan jalan yang menjadi rusak akibat terus menerus mendapatkan beban. Perlu adanya metode perbaikan yang baik agar sistem transportasi menjadi baik, prasarannya menjadi aman, nyaman, dan efisien. Salah satu pedomannya adalah dengan cara overlay (Edo dkk.,2017).

Padatnya arus lalu lintas dan banyaknya kendaraan berat yang lewat dikhawatirkan membuat jalan mengalami penurunan kondisi perkerasan jalan. Jalan yang terus menerus terbebani oleh volume dan lalu lintas yang lebih besar dari yang direncanakan akan mengalami penurunan kondisi perkerasan jalan (Ibnu dkk.,2017).

Perkerasan yang telah didesain dengan metode tertentu ataupun dengan bahan perkerasan yang baik, pada akhirnya akan menemukan titik jenuh, dimana ketahanan perkerasan dalam menerima beban kendaraan dalam masa layan tertentu akan mengalami kerusakan. Ada yang mengalami kerusakan pada masa waktu layan (umur rencana) yang telah direncanakan, adapun yang mengalami kerusakan di awal atau sebelum akhir umur rencana yang telah ditetapkan. Kerusakan dalam bentuk yang sederhana umumnya lebih mudah diidentifikasi sebab – sebabnya. Kerusakan pada perkerasan jalan dapat disebabkan oleh (Hardiyatmo,2005):

1. Beban lalu lintas yang berlebihan.
2. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil.
3. Kondisi tanah pondasi yang kurang baik.
4. Kondisi lingkungan, yaitu akibat suhu udara dan curah hujan yang tinggi.
5. Material dari struktur perkerasan dan pengolahan yang kurang baik.

2.6 Uji Lendutan Perkerasan Lentur

Dalam melakukan pekerjaan tebal lapis tambah, syarat dan ketentuan dalam perencanaan perlu diperhatikan. Jika perencanaan tidak sesuai dengan prosedur (Haris, 2013)

Satriyani (2018) berpendapat Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian perkerasan jalan dengan alat *Benkelman Beam* yaitu: mengukur gerakan vertikal pada permukaan lapis jalan dengan cara mengatur pemberian beban roda yang diakibatkan oleh beban tertentu dengan tujuan untuk memperoleh data di lapangan yang akan bermanfaat bagi penilaian struktur perkerasan performance perkerasan dan perencanaan overlay.

Joice dkk. (2016) menyatakan bahwa untuk merencanakan tebal lapis tambah (overlay) pada struktur perkerasan jalan serta menanggulangi isu empat tantangan yang berkaitan dengan kinerja aset jalan, yaitu beban berlebih, temperatur perkerasan tinggi, curah hujan tinggi, dan tanah lunak. Keempat tantangan tersebut dideskripsikan dengan chart secara komprehensif. Pedoman desain perkerasan yang ada diantaranya Pd T-05-2005-B.

Berdasarkan SNI 2416:2011 mengenai Pedoman Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur dengan Alat Benkelman Beam terdapat tiga jenis pengukuran yang dilakukan menggunakan alat Benkelman Beam tersebut, yaitu:

1. Lendutan balik maksimum (*maximum Rebound Deflection*)
2. Lendutan balik titik belok
3. Cekung lendutan (*Bowl Deflection*)

Sebuah studi komparatif komprehensif antara *Benkelman beam* deflectometer dan deflectometer ringan untuk memperkirakan modulgrade tanah dasar untuk perkerasan evaluasi struktural jalan

volume rendah. Investigasi eksperimental dilakukan untuk memperkirakan moduli statis subgrade menggunakan *Benkelman beam* deflectometer, modul *backculated* dan komposit dari subgrade menggunakan deflectometer ringan (*Guzzarlapuddi dkk.,2016*).

Kumela (2018) menyatakan bahwa Parameter yang terkait dengan defleksi perkerasan lentur adalah tegangan geser dan regangan Selain konsolidasi satu atau lebih trotoar komponen. Performa perkerasan lentur dipengaruhi oleh banyak faktor. Ini termasuk kotor beban, nilai CBR, dan tekanan ban, pengulangan beban,tebal perkerasan dan daya tahan berbagai trotoar komponen terutama sifat tanah kelas bawah.

2.7. Repetisi Beban Lalu Lintas Rencana (CESA) dalam ESA

1. 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 2.

Tabel 2. Jumlah Lajur Berdasarkan Perkerasan

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

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan sesuai Tabel 3.

Tabel 3. 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

2. Ekuivalen *vehicle damaging factor* (VDF) dapat ditentukan dengan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Angka Vehicle Damaging Factor (VDF) (*Pd No.002/P/BM/2011*)

Golongan Kendaraan	Vehicle Damaging Factor (VDF)
1	0
2	0,0001
3	0,0030
4	0,0030
5A	0,1175
5B	0,8139
6A	0,2746
6B	2,1974
7A	3,6221
7B	3,6221
7C	3,6221
8	0

3. Faktor HubunganUmur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)

$$N = 0,5 \left[1 + \frac{(1+r)^n + 2(1+r)^{\frac{(1+r)^n - 1}{r}}}{r} \right] \quad (1)$$

4. Akumulasi ekuivalen beban sumbustandar (CESA) Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan Persamaan sebagai berikut:

$$CESA = \sum_{\text{Traktor-Trailer}} m \times 365 \times VDF \times C \times N \quad (2)$$

Di mana,

CESA = Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar

m = jumlah masing masing jenis kendaraan

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

VDF = *Vehicle damaging factor*

C = Koefisien distribusi kendaraan

N = Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

2.8. Lendutan dengan *Benkelman Beam* (BB)

Adapun besarnya nilai lendutan balik menggunakan persamaan berikut:

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \quad (3)$$

Keterangan:

d_B = Lendutan balik (mm)

d_1 = Lendutan pada saat beban berada pada titik pengukuran (mm)

d_3 = Lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran (mm)

Ft = Faktor penyesuaian lendutan terhadap te, peratur standar 35°C

FK_{B-BB} = Faktor koreksi beban uji *Benkelman Beam* (BB)

2.9. Keseragaman Lendutan (FK)

Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FK = s/dR \times 100\% < FK \text{ ijin} \quad (4)$$

Keterangan:

FK = Faktor keseragaman

FK_{ijin} = Faktor keseragaman yang diijinkan 0%-10%; keseragaman sangat baik.

11%-20%; keseragaman baik.

21%-30%; keseragaman cukup baik.

dR = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan.

S = Deviasi standar

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

d = Nilai lendutan balik (d_B) atau lendutan langsung (d_L) tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan.

n_2 = Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan.

2.10. Lendutan wakil (D_{wakil})

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/seksi jalan,

digunakan Persamaan disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu:

1. Untuk jalan arteri atau jalan tol (tingkat kepercayaan 98%);

$$D_{wakil} = dR + 2s \quad (5)$$

2. Untuk jalan koektor (tingkat kepercayaan 95%);

$$D_{wakil} = dR + 2s \quad (6)$$

3. Untuk jalan local (tingkat kepercayaan 90%);

$$D_{wakil} = dR + 2s \quad (7)$$

Keterangan:

D_{wakil} = Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

dR = Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

s = Standar deviasi

2.11. Lendutan Rencana/ijin ($D_{rencana}$)

Hitung lendutan rencana/ijin ($D_{rencana}$) dengan menggunakan Persamaan untuk lendutan dengan alat FWD dan Persamaan 3.20 untuk lendutan dengan alat *Benkelman Beam* (BB):

$$D_{rencana} = 17,004 \times CESA^{(-0,2307)} \quad (8)$$

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{(-0,2307)} \quad (9)$$

Keterangan:

$D_{rencana}$ = Lendutan rencana dalam Satuan millimeter

$CESA$ = Akumulasi ekuivalen beban Sumbu standar

2.12. Hitung tebal lapis Tambahan/*overlay* (T_s) sebelum dikoreksi

$$T_s = \left(\frac{(-13,76 (L)^{(-0,3924)} - 24,94)}{D} + 32,72 \right) \quad (10)$$

Keterangan:

T_s = Tebal lapis tambah, sebelum di Dikoreksi dengan temperatur perkerasan rata-rata tahunan daerah tertentu (cm)

L = Repetisi beban lalu lintas

D = Lendutan sebelum *overlay* (mm)

2.13. Hitung Tebal Lapis Tambahan/*overlay* Terkoreksi (Ts)

Dalam perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) didasarkan pada temperatur standar dalam satuan °C yaitu sebesar 35°C, Adapun untuk menghitung tebal lapis tambahan (*overlay*) terkoreksi (Ft1) dapat dianalisis sesuai Persamaan:

$$Ft1 = 0,0004(WMAPT)^2 + 0,0032(WMAPT) + 0,6774$$

Keterangan:

Ft1 = Tebal lapis tambah, setelah dikoreksi dengan temperatur pekerasan rata rata tahunan daerah tertentu (cm)

WMAPT = Tebal lapis tambah, sebelum dikoreksi dengan temperatur pekerasan rata rata tahunan daerah tertentu (cm)

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini mengambil studi kasus pada ruas jalan Agrodadi-Sedayu, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan ruas jalan yang menjadi topik penelitian sepanjang 2 km yang dimulai dari Km 2+000 sampai dengan 4+000.

3.2. Tahap Persiapan

Adapun tahap persiapan sebelum dilakukannya pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Pengamatan pendahuluan
2. Kajian Studi Pustaka
3. Kajian landasan teori
4. Menentukan kebutuhan data

3.3. Tahap Penelitian

Tahap penelitian pengujian lendutan pada perkerasan lentur pada ruas Jalan Selarong, Bantul, DIY dapat dijelaskan pada bagan alir yang ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3.4. Metode Pengumpulan Data

Adapun data yang dibutuhkan dalam pengumpulan data Lendutan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer
 - a. Data lendutan (d1, d2 dan d3)
 - b. Data temperature (Tu, Tp)
2. Data Sekunder
 - a. Data lalu lintas harian rata rata (LHR)
 - b. Data teba dan jenis lapis perkerasan beraspal

3.5. Peralatan dan Tata Cara Pemakaian

Alat Benkelmen Beam

Adapun alat yang digunakan data primer dilapangan sesuai pedoman cara uji lendutan perkerasan lentur dengan alat Benkelmen Beam (SNI 2416:2011) diantaranya adalah:

1. Truk dengan spesifikasi besar
2. Alat timbang
3. Alat Benkelmen Beam
4. Alat penyatel Benkelmen Beam
5. Peralatan pengukur temperatur
6. Rolmeter 3m dan 30m
7. Formulir
8. Lapangan

9. Perlengkapan Keamanan

3.6. Analisa Lendutan

Dalam pengujian lendutan perkerasan lentur dengan alat Benkleman Beam di lapangan dilaksanakan sesuai dengan cara uji lendutan perkerasan lentur dengan alat Benkleman Beam SNI 2416:2011.

1. Tata cara perhitungan volume lalu lintas menggunakan *survey traffic counting* sesuai formulir dalam (MKJI, 1997).
2. Perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan Pd. T-05-2005-B yang diterbitkan oleh Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.

4. Analisa Data

4.1. Data Geometrik Jalan

Adapun data ruas jalan yang dijadikan sebagai penelitian dapat dijabarkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Data Geometri Jalan Ruas Jalan Agrodadi-Sedayu

Deskripsi	Keterangan
Nama Jalan	Agrodadi – Sedayu
Lokasi	Agrodadi, Sedayu, Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
Lebar Perkerasan	± 6 m
Tebal Perkerasan	± 6 cm
Jenis Perkerasan	Asphalt Concrete (AC-BC)
Tipe Jalan	2 lajur 2 arah tidak terbagi (2/2 UD)
Fungsi Jalan	Lokal Primer
Medan	Datar

4.2. Data Lalu Lintas

Adapun data lalu lintas harian rata-rata ruas Jalan Agrodadi Sedayu pada tahun 2017 seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Lalu Lintas Harian

No	Golongan Kendaraan	Jenis	LHR (Kendaraan/hari/2 arah)
1	1	Sepeda motor, skuter, dan kendaraan roda tiga	2290
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

4.3. Analisa Data Lalu Lintas

Adapun hasil analisa lalu lintas bias dilihat pada tabel 5.

4.4. Data Lendutan

Adapun data lendutan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6. Data Lendutan

Sta.	Beban uji(ton)	Lendutan balik (mm)			Temperatur °C				
		d ₁	d ₂	d ₃	Tu	Tp	Tt	Tb	Tl
02+000	9.75	0	0.05	0.12	32	36	38.4	33.9	36.10
02+050	9.75	0	0.30	0.43	32	36	38.4	33.9	36.10
02+100	9.75	0	0.17	0.26	32	36	38.4	33.9	36.10
02+150	9.75	0	0.19	0.26	32	36	38.4	33.9	36.10
02+200	9.75	0	0.07	0.24	32	36	38.4	33.9	36.10
02+250	9.75	0	0.16	0.28	32	35	37.8	33.4	35.40
02+300	9.75	0	0.07	0.33	32	35	37.8	33.4	35.40
02+350	9.75	0	0.20	0.45	32	35	37.8	33.4	35.40
02+400	9.75	0	0.29	0.50	32	35	37.8	33.4	35.40
02+450	9.75	0	0.41	0.59	32	35	37.8	33.4	35.40
02+500	9.75	0	0.09	0.30	31	35	37.3	32.9	35.07
02+550	9.75	0	0.05	0.24	31	35	37.3	32.9	35.07
02+600	9.75	0	0.27	0.38	31	35	37.3	32.9	35.07
02+650	9.75	0	0.08	0.28	31	35	37.3	32.9	35.07
02+700	9.75	0	0.18	0.33	31	35	37.3	32.9	35.07
02+750	9.75	0	0.11	0.20	30	35	36.7	32.5	34.73
02+800	9.75	0	0.16	0.35	30	35	36.7	32.5	34.73
02+850	9.75	0	0.04	0.11	30	35	36.7	32.5	34.73
02+900	9.75	0	0.21	0.35	30	35	36.7	32.5	34.73
02+950	9.75	0	0.15	0.27	30	35	36.7	32.5	34.73
03+000	9.75	0	0.15	0.26	30	35	36.7	32.5	34.73
03+050	9.75	0	0.24	0.35	30	35	36.7	32.5	34.73
03+100	9.75	0	0.20	0.38	30	35	36.7	32.5	34.73
03+150	9.75	0	0.21	0.36	30	35	36.7	32.5	34.73
03+200	9.75	0	0.03	0.17	30	35	36.7	32.5	34.73
03+250	9.75	0	0.12	0.28	32	37	39	34.4	36.80
03+300	9.75	0	0.05	0.09	32	37	39	34.4	36.80
03+350	9.75	0	0.16	0.30	32	37	39	34.4	36.80
03+400	9.75	0	0.07	0.17	32	37	39	34.4	36.80
03+450	9.75	0	0.07	0.15	32	37	39	34.4	36.80
03+500	9.75	0	0.17	0.32	32	37	39	34.4	36.80
03+550	9.75	0	0.05	0.20	32	37	39	34.4	36.80
03+600	9.75	0	0.01	0.08	32	37	39	34.4	36.80
03+650	9.75	0	0.05	0.20	32	37	39	34.4	36.80
03+700	9.75	0	0.11	0.23	32	37	39	34.4	36.80
03+750	9.75	0	0.03	0.12	32	37	39	34.4	36.80
03+800	9.75	0	0.32	0.17	32	37	39	34.4	36.80
03+850	9.75	0	0.19	0.31	32	37	39	34.4	36.80
03+900	9.75	0	0.16	0.31	32	37	39	34.4	36.80
04+000	9.75	0	0.12	0.22	32	37	39	34.4	36.80

Tabel 5. Analisa Data Lalu Lintas Harian Rata Rata (LHR) Tahunn 2017

Golongan Kendaraan	LHR 2017	VDF	C	N	CESA
1	25753	0	0,5	13,576	0
2	1322	0,0001	0,5	13,576	1437,959
3	783	0,030	0,5	13,576	67900,270
4	27	0,030	0,5	13,576	2341,731
5a	108	0,1175	0,5	13,576	42546,375
5b	81	0,8139	0,5	13,576	62414,731
6a	0	0,2746	0,5	13,576	0
6b	1160	2,1974	0,5	13,576	7323169,9
7a	162	3,6221	0,5	13,576	934816,136
7b	0	3,6221	0,5	13,576	0
7c	0	3,6221	0,5	13,576	0
8	917	0	0,5	13,576	0
Jumlah (setelah pembulatan)					6470000

4.5 Analisa Tebal Lapis Tambah

Adapun hasil analisa data lendutan yang telah didapatkan seperti pada tabel 7. Adapun tebal lapis tambah dan material penyusun yang diperlukan untuk ruas jalan Agrodadi Sedayu agar dapat melayani lalu lintas sebanyak 8.440.00 ESA selama umur rencana 10 tahun kedepan dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Analisa Tebal Lapis Tambah

Segmen	Lendutan Rata-rata d_R (mm)	Keseragaman Lendutan FK (%)	Lendutan Wakil D_{wakil} (mm)	Lendutan Rencana D rencana (mm)
1	0.33	47.42	0.528	0,560
2	0.37	33.28	0.533	0,560
3	0.50	40.25	0.766	0,560
4	0.37	25.67	0.491	0,560
5	0.33	41.90	0.517	0,560
6	0.42	16.58	0.518	0,560
7	0.27	53.83	0.467	0,560
8	0.28	37.17	0.423	0,560
9	0.21	37.47	0.320	0,560
10	0.29	37.73	0,434	0,560

Tabel 8. Hasil Nalisa Lapis Tambah (overlay)

Segmen	Jenis Perkerasan	Tebal Lapis Tambah (pembulatan) (cm)
1	Laston	-15,57
2	Laston	-15,11
3	Laston	-0,66
4	Laston	-17,8
5	Laston	-16,43
6	Laston	-16,43
7	Laston	-21,67
8	Laston	-27,44
9	Laston	-46,79
10	Laston	-26,03

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dengan mengacu pada pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan (Pd No.002/P/BM/2011) dan Untuk ruas jalan Agrodadi, Sedayu, Bantul Yogyakarta,

maka pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan antara sebagai berikut:

1. Lendutan balik rata-rata (d_R) yang menggambarkan keadaan struktur perkerasan yaitu pada segmen 1 (Sta. 09+500 – Sta. 09+700) sebesar 0,44 mm, pada segmen 2 (Sta. 09+750 – Sta. 09+950) sebesar 0,54 mm, pada segmen 3 (Sta. 10+000 – Sta. 10+150) sebesar 0,67 mm, pada segmen 4 (Sta. 10+200 – Sta. 0+350) sebesar 0,49 mm, pada segmen 5 (Sta. 10+250 – Sta. 10+400) sebesar 0,45 mm, pada segmen 6 (Sta. 10+450 – Sta. 10+600) sebesar 0,57 mm, pada segmen 7 (Sta. 10+650 – Sta. 10+800) sebesar 0,37 mm, pada segmen 8 (Sta. 10+850 – Sta. 11+000) sebesar 0,38 mm, pada segmen 9 (Sta. 11+050 – Sta. 11+200) sebesar 0,29 mm, pada segmen 10 (Sta. 11+250 – Sta. 11+400) sebesar 0,46 mm.
2. Dari hasil pengujian lendutan balik menggunakan alat *Benkelman beam* pada ruas Jalan Agrodadi Km 02+000 sampai Km 04+000, tidak perlu dilakukan penambahan tebal lapis tambah. Dikarenakan hasil dari analisis didapat rata – rata nilai tebal lapis tambah yang masih bisa dilalui oleh pengguna lalu lintas.

Daftar Pustaka

- Andyas, N. W., Ary, S., dan Slamet, J. L., 2017. Perencanaan Tebal Lapis Tambah Metode PD T-05-2005-B Dan Metode SDPJL Pada Jalan Nasional Di Yogyakarta, *Jurnal Martriks Teknik Sipil*, 623-631.
- BSN, 2011, SNI 241-2011: *Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur dengan Alat Benkeleman Beam*, Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Bina Marga, 2005, Pd.T-05-2005-B: *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan lentur dengan Metode Lendutan*, Departemen

- Pekerjaan umum Direktorat Jendral BinaMarga, Jakarta.
- Bina Marga, 2011, Pd.No.002/PBM/2011: Pedoman Desain Perkerasan Jalan Lentur Departemen Pekerjaan umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Jakarta.
- Edo, R., Ary. S., dan Slamet, J. L., 2017. Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Metode PD T-05-2005-B Dan Metode SDPJL Pada Ruas Jalan Klayen-Prambanan, *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 725-732.
- Gianina, K. G. S., Joice, E. W., dan Audie, L. R., 2019. Analisa Kinerja Perkerasan Jalan Ditinjau Dari Besarnya Volume Kumulatif Lali Lintas dan Faktor Lingkungan, *Jurnal Sipil Statik*, 7(1), 93-10.
- Guzzarlapudi, S. D., Adigopula, V. K., dan Kumar, R., 2016, Comparative Studies of Lighweight Deflectometer and Benkelman Beam. Deflectometer in Low Volume Roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 3(5), 438-447.
- Hardiyatmo, H, C., 2005, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Haris, I., 2013, Evaluasi Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga (PD T-05-2005-B) dan Asphalt Institute (MS-17) Studi jalan Yogyakarta-Bantul, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 16(2),166-171.
- Helmy, A. F., 2014. Studi Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan (*Overlay*) Pada Jalan Maospti-Sukomoro (STA.0+000-12+000) Di Kabupaten Magetan Privinsi Jawa Timur, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 2(2), 145-153.
- Ibnu, S., Ary, S., dan Suryoto., 2017. Evaluasi Nilai Kondisi Perkerasan Jalan Nasional Dengan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan Metode *Benkelmen Beam* (BB), *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 1265-1276.
- Joice, E.W, Theresia, D.R., dan Theo, K.S., 2016. Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*) Pada Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 Studi Jalan Kairagi-Mpanget, *Jurnal Sipil Statik*, 4(12), 749-759.
- Kumela, T., 2018, *Evaluation ofFlexible Pavement Deflections With Respect to Pavement Depths Using Software*, *American Journal of Civil Engineering*, 6(5), 141-146..
- Nauval, M. A. A., Gerson, S., Bagus, H. S., dan Supriyono., 2015. Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Beberapa Metode Bina Marga Studi Jalan Piring surat-Batas Kedu Timur, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4), 380-393.
- Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2009 tentang Jalan.
- Satriyani, O., 2018. Analisa Kuat Lentur Perkerasan Menggunakan Alat Benkelmen Beam Pada Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan, *Jurnal Tekno Global*, 7(1), 8-13.
- Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung, Badan Penerbit Nova.