

Evaluasi Hubungan Kondisi Kerusakan Lapisan Struktural Menggunakan Metode Lendutan Balik Dengan Kondisi Lapisan Fungsional Menggunakan Metode PCI (Studi Kasus Ruas Jalan Triwidadi Sta. 14+000 – Sta. 16+000, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta)

The Evaluation Of Correlation Between Struktural Layer Damage Using Reverse Deflection Method And Funtional Layer Condition Using PCI Method (Case Study At Triwidadi Road Sta. 14+000 – 16+000, Pajangan Sub-District, Bantul Regency, Yogyakarta).

Tantryo Setiawan Martono, Emil Adly

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Evaluasi visual untuk perkerasan fungsional pada perkerasan ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta, menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) termasuk dalam kategori buruk. Hal ini dilihat dari adanya kerusakan pada lapisan permukaan perkerasan jalan yang terjadi, ditandai dengan ketidaknyamanan saat berkendara melintasi ruas jalan tersebut. Hubungan antara kerusakan fungsional menggunakan metode PCI dan struktural menggunakan metode *Benkelman Beam* harus diidentifikasi untuk antisipatif sebagai kebijakan mengambil keputusan perbaikan jalan. Pengujian ini menggunakan alat *Benkelman Beam* dengan metode lendutan balik sepanjang 2 Km. Berdasarkan analisa indeks PCI tidak ada hubungan signifikan antara kerusakan pada lapisan fungsional terhadap struktural di keseluruhan segmen, yaitu dari hasil penelitian pada segmen 1 = -9 cm (hasil PCI sedang), segmen 2 = -8 cm (hasil PCI sedang), segmen 3 = -12 cm (hasil PCI sedang), segmen 4 = -11 cm (hasil PCI sedang), segmen 5 = -12 cm (hasil PCI sedang), segmen 6 = -12 cm (hasil PCI Buruk), segmen 7 = -9 cm (hasil PCI sangat buruk), segmen 8 = -14 cm (hasil PCI sangat buruk), segmen 9 = -8 cm (hasil PCI sedang), segmen 10 = -1 cm (hasil PCI buruk). Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa Jalan Triwidadi pada Sta. 14+000 – Sta. 16+000, belum direkomendasikan tebal lapis tambah perkerasan, dikarenakan lapisan struktural perkerasan jalan masih mampu melayani beban lalu lintas kendaraan yang lewat.

Kata Kunci: *Benkelman Beam*, lendutan balik, *Pavement Condition Index* (PCI), tebal lapis tambah.

Abstract. Visual evaluation for functional pavement of Triwidadi Road, Pajangan, Bantul regency, Yogyakarta, using *Pavement Condition Index* (PCI) method is considered to be in bad category. This is shown from the damage of the pavement surface indicated by the inconvenience when driving along the road. The correlation between functional damage using PCI method and structural using *Bengkelman Beam* method must be identified as anticipative act in deciding whether or not roadwork is needed. The test was done using *Bengkelman Beam* with reverse deflection method of 2 km long. Based on the analysis of PCI index, there was no significant correlation between functional layer damage and the structural of the whole segment, resulted from test on segment 1 = -9 cm (fair PCI result), segment 2 = -8 cm (fair PCI result), segment 3 = -12 cm (fair PCI result), segment 4 = -11 cm (fair PCI result), segment 5 = -12 cm (fair PCI result), segment 6 = -12 cm (poor PCI result), segment 7 = -9 cm (very poor PCI result), segment 8 = -14 cm (very poor PCI result), segment 9 = -8 cm (fair PCI result), segment 10 = -1 cm (poor PCI result). From those results, it is indicated that Triwidadi road on Sta. 14+000 – Sta. 16+000 is not yet recommended for being given a multi-layered pavements roadwork, for its pavement's structural layer is still able to cope with the traffic load.

Keywords: *Bengkelman Beam*, reverse deflection, *Pavement Condition Index* (PCI), multi-layered roadwork

1. Pendahuluan

Jalan lokal biasanya kurang mendapatkan perhatian khusus dari pemerintah yang ditandai dengan banyaknya kerusakan yang terjadi dalam jangka waktu yang relatif lama, contohnya Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta adalah salah satu jalan lokal berdasarkan administrasinya, dengan kondisi eksisting ruas jalan menurut alinyemen vertikal dan horizontal cenderung berkelok, cukup banyak tikungan serta tanjakan maupun turunan, kontur wilayah berbukit, dan ditambah adanya kerusakan fungsional pada ruas jalan tersebut. Kerusakan fungsional yang terjadi berdasarkan analisa PCI (*Pavement Condition Index*) secara visual yaitu, retak buaya, cekungan, kriting, amblas, retak pinggir, retak memanjang, tambalan, pengausan agregat, lubang, sungkur, patah slip, mengembang jembul, dan pelepasan butir (Dewi, 2017), sehingga mempengaruhi tingkat kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Namun, hasil penilaian secara fungsional pada perkerasan jalan belum bisa menggambarkan kerusakan perkerasan secara struktural. Kondisi kerusakan struktural pada perkerasan jalan disebabkan oleh peningkatan repitisi beban lalu lintas, air, hujan, pengolahan material konstruksi, perkerasan kurang baik, iklim dan cuaca, serta kondisi tanah dasar tidak stabil (Utama dan Farida, 2016).

Penelitian terdahulu mengenai analisis perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) pada perkerasan lentur di ruas Jalan Kairigi – Mapanget dengan alat *Benkelman Beam* pernah dilakukan oleh (Romauli dkk., 2016) analisa perhitungannya menggunakan ketiga metode yaitu metode Bina Marga 2005, Bina Marga 2011, dan Bina Marga 2013. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai CESA (ESAL) dan perencanaan tebal lapis tambah berdasarkan peraturan Bina Marga 2005 rekomendasi tebal lapis tambah sebesar 4 cm (AC-WC) dan 8 cm (AC-BC) dengan CESA sebesar 5.206.601 ESA, Bina Marga 2011 tebal lapis tambah sebesar 4 cm (AC-WC) dan 13,5 cm (AC-BC), serta Bina Marga 2013 tebal lapis tambah sebesar 4 cm (AC-WC) dan 8,5 cm (AC-BC). Shalahuddin (2014) melakukan penelitian pada Jalan Dr. Muchtar Luthfi pada Sta. 0+000 – 6+000 dari hasil penelitian

menunjukkan tebal lapis tambah yang diperlukan sebesar 5,5 cm,

Kambuaya dkk. (2015) melakukan penelitian mengenai penilaian kondisi perkerasan jalan terhadap umur layan pada ruas Jalan Abepura – Kota Raja Km. 11+700 – Km. 13+300 dengan menggunakan dua metode yaitu metode PCI dan metode lendutan balik menggunakan alat *Benkelman Beam* kemudian dibandingkan hasil penilaian secara fungsional (PCI) dengan penilaian secara struktural (*Benkelman Beam*) sebagai berikut: seksi I = 16, 079 mm (hasil PCI buruk), seksi II = 21, 043 mm (hasil PCI buruk), seksi III = 11, 233 (hasil PCI sedang), dan seksi IV = 16,079 mm (hasil PCI buruk). Penelitian analisis tebal lapis tambah dan umur sisa perkerasan akibat beban berlebih Suriyatno dkk. (2015) dengan hasil penelitian pada ruas Jalan Nasional Sumatera Barat menunjukkan bahwa adanya pengaruh beban dilapangan terhadap umur rencana tebal lapis tambah. Aris dkk. (2015) pernah melakukan penelitian dengan membandingkan perencanaan tebal perkerasan jalan lentur menggunakan beberapa metode, yaitu Pd T-05-2005-B, Manual Desain No. 02/M/BM/2013, dan Pd. T-01-2002-B sebagai parameter bagi perencanaan untuk medisain tebal perkerasan jalan lentur, kemudian Sihombing dkk. (2017) dalam penelitiannya Analisa *Deflectometry* dan tebal lapis tambah dengan metode Pd. T-05-2005-B, menunjukkan bahwa dari hasil penelitiannya peningkatan lendutan rata-rata pada suatu segmen jalan cenderung berbanding lurus dengan besarnya tebal lapis tambah yang didapatkan dan semakin tinggi nilai lendutan maka nilai *modulus resilien* dan stabilitas aspalnya semakin kecil.

Iskandar (2017) pada penelitiannya menggunakan dua metode yaitu metode Pd T-05-2005-B dan metode No. 02/M/BM/2013 guna membandingkan hasil perencanaan tebal lapis tambah dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal lapis tambah menggunakan metode Bina Marga 2013 lebih tipis sebesar 8,6 cm dibandingkan dengan metode Pd. T-05-2005-B sebesar 13 cm, kemudian penelitian Hellyantoro dkk. (2013) pada Jalan Tol Jagorawi ruas Jalan TMII-Cibubur menggunakan dua metode untuk mengevaluasi tebal lapis perkerasan yaitu menggunakan program EVERSERIES 5.0 dan

Metode Bina Marga Pd T-05-2005-B, menunjukkan adanya tingkat tinjauan kerusakan lapisan yang berbeda satu sama lain. Dengan hasil penelitian tebal lapis tambah metode Bina Marga untuk jalur A sebesar 7,2 cm dan untuk jalur B sebesar 7,12 cm, sedangkan menggunakan metode EVERSERIES 5.0 untuk jalur A sebesar 11,9 cm dan untuk jalur B sebesar 10,29 cm. Wahyudi (2016) pernah melakukan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) cara lendutan balik dengan Metode Pd T-05-2005-B dan Pedoman Interim No. 002/P/BM/2011 dan menganalisa estimasi *life cycle cost* nya, dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan umur rencana 20 tahun Pedoman Pd. T-05-2005-B lebih murah sebesar Rp 46.306.031.475,51 dibandingkan dengan Pedoman Interim No. 002/P/BM/2011. Rizkiawan dkk. (2017) pada penelitiannya perencanaan tebal lapis tambah menggunakan Metode Pd T-05-2005-B dan Metode SDPJL di ruas Jalan Klaten – Prambanan, diperoleh hasil tebal lapis tambah menggunakan Metode SDPJL lebih tipis sebesar 13 cm dibandingkan dengan metode lendutan Pd T-05-2005-B sebesar 16 cm.

Adapun maksud dan tujuan dilakukan penelitian ini adalah : (1) Menganalisa seberapa besar nilai lendutan pada struktur perkerasan lentur menggunakan alat *Benkelman Beam*. (2) Merencanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan metode lendutan balik menggunakan Pedoman Bina Marga (Pd. T-05-2005-B). (3) Mengkaji hubungan antara kerusakan jalan secara fungsional dengan lendutan terjadi dilapangan.

Merencanakan Overlay dengan Metode Lendutan Balik Menggunakan Alat *Benkelman Beam*

Pekerjaan *overlay* dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan keadaan fungsional dan struktural suatu perkerasan jalan (Hardiyatmo, 2015). Perencanaan *overlay* pada perkerasan jalan ini menggunakan pedoman Bina Marga 2005 (Pd T-05-2005-B) yang didasari dengan alat *Benkelman Beam*. Dalam perencanaan *overlay* pada perkerasan lentur dengan berpedoman pada peraturan Pd. T-05-2005-B memiliki beberapa tahap perhitungan, yaitu:

1. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)
 - a. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)
Untuk mendapatkan nilai koefisien distribusi kendaraan (C) dapat menggunakan Tabel 1

Tabel 1 Nilai koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Bermuatan Ringan *)		Kendaraan Bermuatan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
	1	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 Khusus Penumpang
**) Truck dan Bus

- b. Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)
Angka ekuivalen (E) dari setiap golongan beban sumbu kendaraan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 1, 2, 3, dan 4.

$$E_{STRT} = \left[\frac{\text{Beban.sumbu (ton)}}{5,40} \right]^4 \quad (1)$$

$$E_{STRG} = \left[\frac{\text{Muatan.sumbu (ton)}}{8,16} \right]^4 \quad (2)$$

$$E_{SDRG} = \left[\frac{\text{Muatan.sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4 \quad (3)$$

$$E_{STrRG} = \left[\frac{\text{Muatan.sumbu (ton)}}{18,45} \right]^4 \quad (4)$$

Keterangan:

STRT = Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG = Sumbu Tunggal Roda Ganda

SDRG = Sumbu *Dual* Roda Ganda

STrRG = Sumbu *Triple* Roda Ganda

- c. Nilai Faktor Umur Rencana dan Pertumbuhan Lalu Lintas (N)

Dalam mencari nilai faktor umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas (N) dapat dicari dengan Persamaan 5

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

Keterangan:

N = Faktor hubungan umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas

- n = Umur Rencana
r = Pertumbuhan Lalu lintas
- d. Repetisi Beban Lalu Lintas Rencana (CESA)

Dalam mencari nilai CESA dapat dicari dengan Persamaan 6.

$$CESA = \sum m \times 365 \times E \times C \times N \quad (6)$$

Keterangan:

CESA = Total Ekuivalen beban sumbu kendaraan

M = Total setiap kendaraan

365 = Jumlah hari dalam setahun

E = Angka ekuivalen sumbu kendaraan

C = Nilai koefisien distribusi kendaraan

N = Nilai faktor umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas

2. Menghitung Nilai Lendutan Balik dengan Alat *Benkelman Beam*.

Nilai lendutan balik dapat dicari dengan Persamaan 7.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \quad (7)$$

Keterangan:

d_B = Lendutan balik (mm)

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

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

Ca = Faktor musim (1,20 untuk kemarau dan 0,9 untuk penghujan)

FK_{B-BB} = Faktor koreksi beban uji BB
= $77,343 \times (\text{beban (ton)})^{-2,715}$ (8)

Ft = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature standar 35°C yang dapat dicari dengan Persamaan 9 dan 10 tergantung tebal Perkerasan (H_L)

$$F_t = 4,184 \times T_L^{-0,4025} \quad \text{Untuk } H_L < 10 \text{ cm} \quad (9)$$

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

$$\text{Untuk } H_L \geq 10 \text{ cm} \quad (10)$$

$$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b) \quad (11)$$

3. Menghitung Keseragaman Lendutan (FK)
Untuk mencari keseragaman lendutan (FK) dapat dicari dengan Persamaan 12.

$$FK = s/d_R \times 100\% < FK \text{ ijin} \quad (12)$$

Keterangan:

FK = Faktor Keseragaman

FK_{ijin} = Faktor Keseragaman yang diijinkan

= 0 – 10% (ssangat baik)

= 11 – 20% (baik)

= 21 – 30% (cukup baik)

d_R = Lendutan Rata-rata

$$= \sum_{ns} \frac{1}{ns} d \quad (13)$$

s = Deviasi standar

$$= \sqrt{\frac{n_s(\sum_{1}^{n_s} d^2) - (\sum_{1}^{n_s} d)^2}{n_s(n_s-1)}} \quad (14)$$

4. Menghitung Lendutan Wakil (D_{wakil})

Untuk mencari nilai lendutan wakil (D_{wakil}) dapat menggunakan Persamaan 15, 16, dan 17 tergantung fungsi jalan.

$$D_{wakil} \text{ (Arteri)} = d_R + 2 s \quad (15)$$

$$D_{wakil} \text{ (kolektor)} = d_R + 1,64 s \quad (16)$$

$$D_{wakil} \text{ (Lokal)} = d_R + 1,28 s \quad (17)$$

Keterangan:

D_{wakil} = Lendutan wakil

d_R = Lendutan rata-rata

s = Deviasi standar

5. Menghitung Lendutan Rencana ($D_{rencana}$)

Untuk mencari nilai lendutan rencana ($D_{rencana}$) dapat dicari dengan Persamaan 18.

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{(-0,2307)} \quad (18)$$

Keterangan:

$D_{rencana}$ = Lendutan rencana (mm)

CESA = Akumulasi ekuivalen beban sumbu (CESA)

6. Menghitung Tebal *Overlay* sebelum dikoreksi (H_o)

Untuk mencari tebal *Overlay* sebelum dikoreksi (H_o) dapat dicari dengan Persamaan 19.

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{sbl\ ov}) - \text{Ln}(D_{stl\ ov})]}{0,0597} \quad (19)$$

Keterangan:

H_o = Tebal *Overlay* sebelum dikoreksi (cm)

$D_{sbl\ ov}$ = D_{wakil} (mm)

$D_{stl\ ov}$ = $D_{rencana}$ (mm)

7. Menghitung Tebal *Overlay* terkoreksi (H_t)

Untuk mencari tebal *Overlay* terkoreksi (H_t) dapat dicari menggunakan Persamaan 21.

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \quad (20)$$

TPRT = Temperatur perkerasan rata-rata tahunan

$$H_t = H_o \times F_o \quad (21)$$

H_o = Tebal *Overlay* sebelum dikoreksi (cm)

F_o = Faktor koreksi tebal perkerasan

8. Mencari Faktor Koreksi Tebal *Overlay* Penyesuaian (FK_{TBL})

Dalam Pedoman Pd. T-05-2005-B bahan perkerasan sudah ditentukan yaitu Laston dengan Modulus *Resilient* (M_R) sebesar 2000 Mpa dan Stabilitas *Marshall* minimal 800 kg. Laston (AC) adalah campuran aspal dengan bergradasi menerus. Apabila digunakan jenis aspal lain (selain Laston) modifikasi, maka nilai FK_{TBL} perlu disesuaikan. Laston (HRS) adalah campuran lapisan aspal berkadar tinggi dengan agregat bergradasi senjang, sementara Laston Modifikasi adalah aspal yang sudah dimodifikasi kemudian dicampur dengan agregat bergradasi menerus, seperti aspal polimer (Pd. T-05-2005-B). Nilai faktor koreksi tebal lapis tambahan penyesuaian (FK_{TBL}) dapat dicari dengan Persamaan 22.

$$FK_{TBL} = 12,51 \times M_R^{(-0,333)} \quad (22)$$

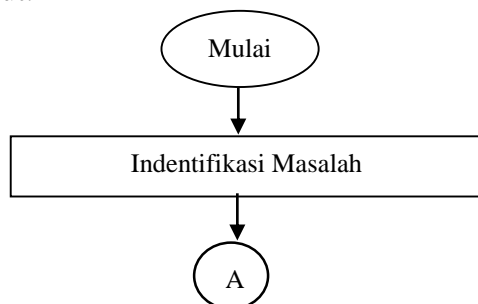
Keterangan:

FK_{TBL} = Faktor koreksi tebal *overlay*

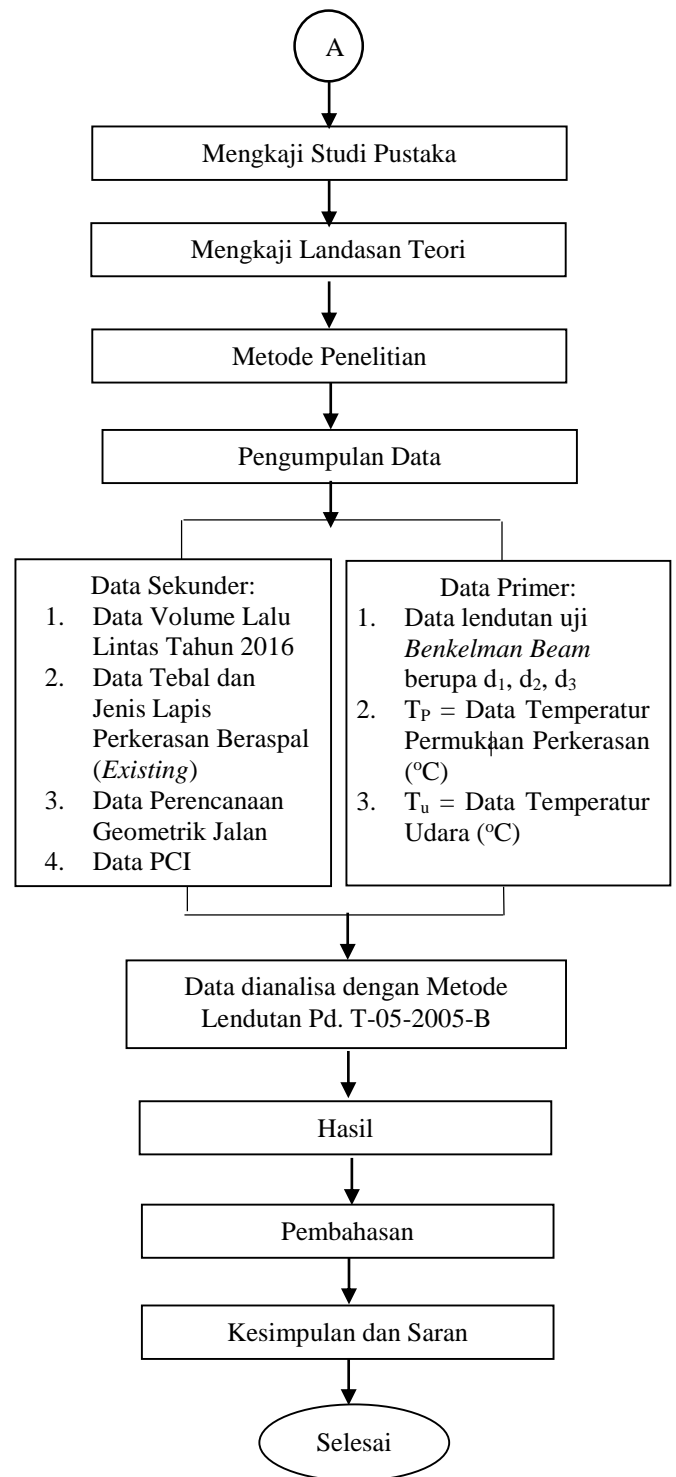
M_R = Modulus *Resilient* (Mpa)

2. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian pengambilan data di lokasi pada hari Senin 26 Maret 2018 pada pukul 11.30 WIB - 17.00 WIB saat memasuki musim kemarau, tahap penelitian dapat disajikan pada bagan alir Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1 Bagan alir pelaksanaan penelitian



Gambar 1 Lanjutan

Data Pendukung yang dibutuhkan dalam pengumpulan data lendutan sebagai berikut:

1. Data Primer
 - a. Data lendutan (d_1, d_2, d_3)
 - b. Data Temperatur (T_u, T_p)
2. Data Sekunder
 - a. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)
 - b. Data tebal dan jenis lapis perkerasan

c. Geometrik jalan

d. Data PCI

Menganalisa data lendutan perkerasan lentur guna mengetahui tingkat lendutan dan merencanakan tebal lapis tambah sesuai umur rencana harus berdasarkan dasar-dasar perhitungan sebagai berikut:

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

3. Hasil dan Pembahasan

Data Lalu Lintas

Adapun data lalu lintas harian rata-rata ruas Jalan Triwidadi pada tahun 2017 seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Data lalu lintas Harian rata-rata (LHR) tahun 2017

No	Golongan kendaraan	Jenis	Kendaraan / hari/2 arah
1	1	Sepeda, Motor, Sekuter, Bajaj	11195
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon 2 Ton	580
3	3	Angkutan Umum Non Bus 3,5 Ton	4
4	4	Pick Up, Mobil Hantaran 3,5 Ton	391
5	5a	Bus Kecil 6 Ton	5
6	5b	Bus Besar 9 Ton	0
7	6a	Truck 2 As Sedang 8,3 Ton	96
8	6b	Truck 2 As Besar 18,2 Ton	83
9	7a	Truck 3 As 25 Ton	1
10	7b	Truck Gandengan 31,4 Ton	0
11	7c	Truck Semi Trailer 42 Ton	0
12	8	Kendaraan Tidak Bermotor	76

Data Lendutan

Data lendutan merupakan data primer yang diperoleh dari hasil pengujian alat *Benkelman Beam* dilapangan pada ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupeten Bantul,

Yogyakarta, dimulai dari Sta. 14+000 – Sta. 16+000, Adapun data lendutan hasil pengujian lapangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data uji lendutan

Sta.	Benda Uji	Lendutan Balik (mm)			Temperatur	
		d1	d2	d3	Tu	Tp
14+000	10,3	0	0,10	0,29	29	31
14+050	10,3	0	0,35	0,41	29	31
14+100	10,3	0	0,31	0,39	29	31
14+150	10,3	0	0,27	0,32	29	31
14+200	10,3	0	0,31	0,46	30	36
14+250	10,3	0	0,21	0,30	0	38
14+300	10,3	0	0,25	0,33	30	39
14+350	10,3	0	0,32	0,42	30	39
14+400	10,3	0	0,25	0,38	30	42
14+450	10,3	0	0,24	0,28	30	42
14+500	10,3	0	0,22	0,28	30	41
14+550	10,3	0	0,35	0,37	30	41
14+600	10,3	0	0,29	0,34	30	41
14+650	10,3	0	0,31	0,41	30	41
14+700	10,3	0	0,19	0,29	30	39
14+750	10,3	0	0,28	0,32	30	36
14+800	10,3	0	0,27	0,36	30	36
14+850	10,3	0	0,24	0,32	30	36
14+900	10,3	0	0,17	0,25	30	36
14+950	10,3	0	0,26	0,32	31	36
15+000	10,3	0	0,16	0,25	31	36
15+050	10,3	0	0,21	0,32	31	36
15+100	10,3	0	0,24	0,37	31	34
15+150	10,3	0	0,25	0,31	31	34
15+200	10,3	0	0,20	0,26	31	34
15+250	10,3	0	0,20	0,41	31	34
15+300	10,3	0	0,28	0,39	30	35
15+350	10,3	0	0,32	0,38	30	35
15+400	10,3	0	0,24	0,29	30	35
15+450	10,3	0	0,23	0,30	30	35
15+500	10,3	0	0,09	0,16	31	35
15+550	10,3	0	0,09	0,15	31	35
15+600	10,3	0	0,38	0,48	31	36
15+650	10,3	0	0,18	0,25	31	36
15+700	10,3	0	0,25	0,35	30	36

Tabel 3 Lanjutan

15+750	10,3	0	0,15	0,25	30	36
15+800	10,3	0	0,20	0,40	30	36
15+850	10,3	0	0,48	0,66	30	36
15+900	10,3	0	0,46	0,65	30	37
15+950	10,3	0	0,40	0,58	30	37

Analisa Data Lalu Lintas

Dalam menentukan CESA dengan umur rencana sebesar 10 tahun yang dimulai pada awal tahun 2019 sampai dengan akhir penggunaan pada tahun 2029 dengan

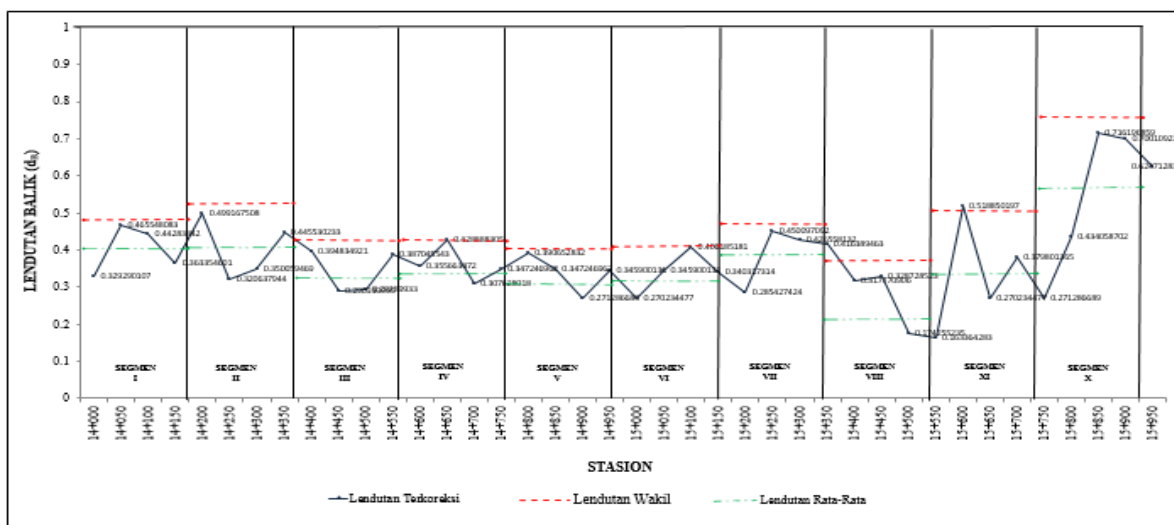
pertumbuhan lalu lintas sebesar 4,7%, sesuai dengan pdoman tebal lapis tambah perkerasan lentur menggunakan metode lendutan (Pd. T-05-2005-B), adapun hasil analisa CESA dapat disajikan secara singkat pada Tabel 4.

Analisa Data Lendutan

Pada pengujian ini hasil rekapitulasi analisa perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur yang telah dilakukan berdasarkan data primer dan data sekunder di ruas Jalan Triwidadi dipaparkan pada Gambar 2 dan Tabel 5.

Tabel 4 Hasil analisa akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)

Golongan Kendaraan	LHR 2019	E	C	N	CESA
1	12273	0	0,5	12,69464	0
2	636	0,00235	0,5	12,69464	3465,73381
3	5	0,02206	0,5	12,69464	255,54082
4	429	0,02206	0,5	12,69464	21925,40250
5a	6	0,07583	0,5	12,69464	1054,12637
5b	0	0,38390	0,5	12,69464	0
6a	106	0,27769	0,5	12,69464	68195,33389
6b	91	6,42006	0,5	12,69464	1353515,92398
7a	2	5,24222	0,5	12,69464	24290,05447
7b	0	4,87830	0,5	12,69464	0
7c	0	15,53620	0,5	12,69464	0
8	84	0	0,5	12,69464	0
Jumlah (Sebelum Pembulatan)					1472702,11585
Jumlah (Setelah Pembulatan)					1.480.000



Gambar 2 Lendutan *Benkelman Beam* terkoreksi (dB)

Tabel 5 Hasil rekapitulasi analisa tebal lapis tambahan perkerasan

Segmen	Tebal Lapis Tambah	TPRT	Koreksi Tebal Lapis Tambah	Tebal Lapis Tambah Terkoreksi
	Ho (cm)	(^o C)	Fo	Ht
1	-8,6294	35,5	1,0019	-8,6461
2	-7,7106	35,5	1,0019	-7,7255
3	-11,1750	35,5	1,0019	-11,1966
4	-10,7819	35,5	1,0019	-10,8027
5	-11,6885	35,5	1,0019	-11,7111
6	-11,2915	35,5	1,0019	-11,3134
7	-8,3974	35,5	1,0019	-8,4137
8	-13,5247	35,5	1,0019	-13,5509
9	-7,6887	35,5	1,0019	-7,7036
10	-0,4990	35,5	1,0019	-0,5000

Berdasarkan hasil analisa tebal lapis perkerasan yang telah direkomendasikan, didapat hasil Jalan Triwidadi belum memerlukan lapis perkerasan tambahan (*overlay*). Hal yang mempengaruhi Jalan Triwidadi belum memerlukan tebal perkerasan tambah, dikarenakan lapisan struktur perkerasan jalan masih mampu melayani beban lalu lintas kendaraan yang melintas.

Membandingkan Hasil Rekapitulasi Pengujian Penilaian Fungsional Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) dengan Pengujian Kerusakan Struktural Jalan Menggunakan Metode Lendutan Balik dengan Alat Benkelman Beam

Hasil tebal lapis tambah (*overlay*) yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hasil penilaian kerusakan fungsional jalan menggunakan metode PCI yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan hasil penilaian jalan secara fungsional (PCI) dan penilaian jalan secara struktural (*Benkelman Beam*)

Segmen	Hasil PCI		Hasil <i>Benkelman Beam</i>
	Nilai	Keterangan	Tebal Overlay Akhir (cm)
1	40,75	Sedang	-9
2	50	Sedang	-8
3	45	Sedang	-12
4	47,25	Sedang	-11
5	43	Sedang	-12

Tabel 6 Lanjutan

6	34,5	Buruk	-12
7	10	Sangat Buruk	-9
8	18,5	Sangat Buruk	-14
9	51	Sedang	-8
10	26,25	Buruk	-1

Adapun berdasarkan hasil perbandingan penilaian fungsional dan struktural pada ruas Jalan Triwidadi diperoleh kondisi seluruh segmen jalan sepanjang 2 Km dari hasil pengujian PCI berbanding terbalik dengan hasil PCI tidak ada hubungan signifikan antara kondisi kerusakan pada lapisan fungsional terhadap struktural jalan. Hal ini bisa terjadi, karena penilaian perkerasan jalan menggunakan metode PCI adalah metode yang digunakan untuk meilai kerusakan permukaan jalan pada lapis aus saja dan berdasarkan tolak ukur dari aspek kenyamanan bagi pengguna jalan, tidak berfokus pada aspek struktural dari kondisi jalan tersebut. Dikarenakan lapisan struktural perkerasan jalan masih mampu melayani beban lalu lintas kendaraan yang lewat, maka dari itu, jalan Triwidadi Sta 14+000 – 16+000 direkomendasikan belum memerlukan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*).

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa hitungan dan pembahasan yang telah dilakukan yang berpedoman pada peraturan Bina Marga 2005 (Pd. T-05-2005-B) guna mengevaluasi lendutan perkerasan lentur dan perencanaan tebal lapis

tambahan (*overlay*) dengan metode lendutan balik menggunakan alat *Benkelman Beam* pada ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta Sta 14+000 – Sta. 16+000 sepanjang 2 Km berdasarkan umur rencana 10 Tahun sebagai tahun awal penggunaan di tahun 2019 dan tahun akhir penggunaan di tahun 2029 dengan nilai CESA sebesar 1.450.000 ESA. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Data lendutan rata-rata (d_R), lendutan wakil (d_{wakil}), dan lendutan rencana (d_{rencana}) pada setiap segmen yang menggambarkan kondisi struktur perkerasan sebagai berikut:

1. Segmen 1 (Sta. 14+000 – Sta. 14+200) nilai $d_R = 0,4003$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,4828$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
2. Segmen 2 (Sta. 14+200 – Sta. 14+400) nilai $d_R = 0,4038$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,51$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
3. Segmen 3 (Sta. 14+400 – Sta. 14+600) nilai $d_R = 0,3414$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,4147$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
4. Segmen 4 (Sta. 14+600 – Sta. 14+800) nilai $d_R = 0,3599$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,4246$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
5. Segmen 5 (Sta. 14+800 – Sta. 15+000) nilai $d_R = 0,3388$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,4022$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
6. Segmen 6 (Sta. 15+000 – Sta. 15+200) nilai $d_R = 0,3407$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,4119$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
7. Segmen 7 (Sta. 15+200 – Sta. 15+400) nilai $d_R = 0,3946$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,4895$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
8. Segmen 8 (Sta. 15+400 – Sta. 15+600) nilai $d_R = 0,246$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,3604$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm,
9. Segmen 9 (Sta. 15+600 – Sta. 15+800) nilai $d_R = 0,36$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,5107$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm, dan
10. Segmen 10 (Sta. 15+800 – Sta. 16+000) nilai $d_R = 0,6188$ mm, $d_{\text{wakil}} = 0,7844$ mm, dan $d_{\text{rencana}} = 0,8376$ mm.

b. Dari hasil analisa perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) untuk perkerasan lentur didapatkan nilai akhir *overlay* pada setiap segmen yaitu, sebagai berikut:

1. Segmen 1 (Sta. 14+000 – Sta. 14+200) sebesar -9 cm,
2. Segmen 2 (Sta. 14+200 – Sta. 14+400) sebesar -8 cm,

3. Segmen 3 (Sta. 14+400 – Sta. 14+600) sebesar -12 cm,
4. Segmen 4 (Sta. 14+600 – Sta. 14+800) sebesar -11 cm,
5. Segmen 5 (Sta. 14+800 – Sta. 15+000) sebesar -12 cm,
6. Segmen 6 (Sta. 15+000 – Sta. 15+200) sebesar -12 cm,
7. Segmen 7 (Sta. 15+200 – Sta. 15+400) sebesar -9 cm,
8. Segmen 8 (Sta. 15+400 – Sta. 15+600) sebesar -14 cm,
9. Segmen 9 (Sta. 15+600 – Sta. 15+800) sebesar -8 cm, dan
10. Segmen 10 (Sta. 15+800 – Sta. 16+000) sebesar -1 cm.

Berdasarkan hasil tersebut, maka Jalan Triwidadi direkomendasikan belum memerlukan tebal lapis tambahan (*overlay*). Hal ini, disebabkan kondisi struktural perkerasan jalan masih mampu melayani lalu lintas dan beban kritis kendaraan yang melintas. sementara kebijakan untuk melalukan pekerjaan *overlay* tetap dari pihak Divisi Bina Marga

c. Hasil perbandingan penilaian perkerasan jalan secara fungsional (PCI) dengan penilaian perkerasan jalan secara struktural (*Benkelman Beam*) pada ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta, diperoleh kondisi seluruh segmen jalan sepanjang 2 Km dari hasil pengujian PCI berbanding terbalik dengan hasil pengujian *Benkelman Beam*, ketika dibandingkan dengan hasil PCI tidak ada hubungan signifikan antara kondisi kerusakan pada lapisan fungsional terhadap struktural jalan sebagai berikut: Segmen 1 = -9 cm (hasil PCI sedang), Segmen 2 = -8 cm (hasil PCI sedang), segmen 3 = -12 cm (hasil PCI sedang), segmen 4 = -11 cm (hasil PCI sedang), segmen 5 = -12 cm (hasil PCI sedang), segmen 6 = -12 cm (hasil PCI Buruk), segmen 7 = -9 cm (hasil PCI sangat buruk), segmen 8 = -14 cm (hasil PCI sangat buruk), segmen 9 = -8 cm (hasil PCI sedang), segmen 10 = -1 cm (hasil PCI buruk). Ketidaksesuaian hasil kondisi perkerasan jalan antara penilaian perkerasan jalan secara fungsional (PCI) dengan penilaian perkerasan jalan secara

struktural (*Benkelman Beam*) bisa terjadi dikarenakan penilaian perkerasan jalan menggunakan metode PCI hanya menilai kerusakan permukaan jalan pada lapis aus saja dan berdasarkan tolak ukur dari aspek kenyamanan bagi pengguna jalan, tidak berfokus pada aspek struktural dari kondisi jalan tersebut, sehingga perlu diketahui terlebih dahulu kondisi kerusakan jalan termasuk kedalam kerusakan fungsional atau struktural.

4. Daftar Pustaka

- Aris, A.N.M., Simbolan, G., Setiadji, H.B., dan Supriyono, 2015, Analisis Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Beberapa Metode Bina Marga Studi Kasus (Ruas Jalan Piringsurat-Batas Kedu Timur). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4), 380-393.
- Bina Marga, 2005, *Perencanaan Tebal Lapis Tambahan Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd T-05-2005-B*, Jakarta.
- Bina Marga, 2011, *Desain Perkerasan Jalan Lentur No. 002/P/BM/2011*, Jakarta.
- Bina Marga 2013, *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*, Jakarta.
- Dewi, S., 2017, Analisis Kondisi Perkerasan Jalan pada Lapis Permukaan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Bantul, Yogyakarta), Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2015, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Edisi ke 2, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hellyantoro, G., Fauzi, M.F., dan Kusharjoko, W., 2013, Evaluasi Tebal Perkerasan Lapis Tambah Dengan Menggunakan Program Everseries dan Metode Bina Marga Studi Kasus: Jalan Tol Jagorawi ruas Jalan TMII –Cibubur, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(2), 150-159.
- Iskandar, 2017, Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) dengan Perbandingan Metode Pd. T-05-2005-B dan Manual Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 4(2), 1-9.
- Kambuaya, D.A., Suprpto, M., dan Syafi'i, 2015, Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan Terhadap Umur Layan, *Jurnal Teknik*, 3(1), 39-44.
- Rizkiawan, E., Setiawan, A., dan Legowo, S.J., 2017, Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Metode PD T-05-2005-B Dan Metode SDPJL Pada Ruas Jalan Klaten – Prambanan, *Jurnal Matrik Teknik Sipil*, 725-732.
- Romauli, T.D, 2016, Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*) Pada Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus : Ruas Jalan Kairigi – Mapanget). *Jurnal Sipil Statik*, 4(12), 749-759.
- Shalahuddin, M., 2014, Analisa *Overlay* Dengan Lendutan Balik Maksimum Pada Jalan Dr. Muchtar Luthfi, *Jurnal Aplikasi Teknologi*, 124-134.
- Sihombing, R.M., Sebayang, M., dan Shalahuddin, M., 2017, Analisa Deflectometry Dan Tebal Lapis Tambah Dengan Metode PD T-05-2005-B Pada Perkerasan Lentur, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 4(2), 1-10.
- Suriyatno., Purnawan., dan Putri, E. E., 2015, Analisis Tebal Lapis Tambah Dan Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan Studi Kasus Ruas Jalan Nasional di Provinsi Sumatera Barat, *Seminar Annual Civil Engineering* , Pekanbaru, 27 April, 169 – 176.
- Utama, R.M., dan Farida, I., 2016, Evaluasi Kondisi Struktural Pada Jalan Berdasarkan Hubungan Antara Ketidakrataan Permukaan Jalan (IRI) Dan Indeks Kondisi Jalan (RCI) (Studi Kasus Ruas Jalan Selajambe-Cibego-Cibet, Cianjur), *Jurnal Konstruksi*, 14(1), 57-66.
- Wahyudi, D., 2016, Analisa Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*overlay*) Cara Lendutan Balik Dengan Metode Pd T-05-2005-B dan Pedoman Interim No.002/P/BM/2011, *Jurnal Sipil Rekayasa Dan Desain*, 4(1), 137-152.

