

Analisis Perencanaan Tebal Lapis Tambah (overlay) Cara Lendutan Balik Dengan Metode Pd T-05-2005-B dan Pedoman Interim No.002/P/BM/2011

Danu Wahyudi¹⁾

Priyo Pratomo²⁾

Hadi Ali³⁾

Abstract

Roads are the transport infrastructures which play an important role in supporting the economic growth of a region. Therefore it is necessary to do maintenance efforts so that the roads can function optimally. One of them is by adding overlay. The selection of methods become a factor that must be considered before doing flexible pavement overlay design. It is because of improper planning can cause damaged or uneconomical construction of roads. Along with the technological advances, methods of overlay flexible pavement design based on deflection also undergone many modifications such as “Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pd T-05-2005-B” and “Pedoman Interim Perkerasan Jalan Lentur No.002/P/BM/2011”. The purpose of this research was to determine the most optimal and most efficient life cycle cost of overlay design in the roads performance improvement project of Batas Kota Metro-Gedung Dalam. From the analysis results show that the design results by using Pd T 05-2005-B were thinner than Pedoman Interim No.002/P/BM/2011. It was caused by several factors such as the analysis of traffic, temperature correction factor, and the types of materials used. The indicator value of the international roughness index (IRI) is predicated by empirical equations and the design life of 20 years, obtained the lowest lifecycle costs are the result of design methods Pd T-05-2005-B. The results of the analysis also showed that the cost at the end of the design life methods Pd T-05-2005-B less than Pedoman Interim No.002 /P/BM / 2011.

Keywords : Road, Overlay, Life Cycle Cost

Abstrak

Jalan merupakan infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya-upaya pemeliharaan agar jalan tetap berfungsi secara optimal. salah satunya adalah dengan penambahan tebal lapis tambah (*overlay*). Pemilihan metode perencanaan yang tepat menjadi faktor yang harus dipertimbangkan sebelum melakukan desain lapis tambah perkerasan lentur. Hal ini dikarenakan perencanaan yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*under desain*) atau konstruksi tidak ekonomis (*over desain*). Seiring dengan perkembangan teknologi, metode perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan cara lendutan juga mengalami banyak modifikasi antara lain pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur Pd T-05-2005-B dan pedoman interim perkerasan jalan lentur No.002/P/BM/2011. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain lapis tambah yang paling optimum dan biaya siklus hidup yang paling efisien pada proyek peningkatan kinerja ruas jalan Batas Kota Metro-Gedung Dalam. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil desain dengan menggunakan metode Pd T 05-2005-B lebih tipis dibandingkan dengan Pedoman Interim No.002/P/BM/2011. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain cara perhitungan lalu lintas, faktor koreksi temperatur, dan jenis material yang digunakan. Dengan indikator nilai *international roughness index* (IRI) yang di prediksi dengan persamaan empiris dan umur rencana 20 tahun, diperoleh biaya siklus hidup paling rendah terdapat pada hasil desain metode Pd T-05-2005-B. Hasil analisa juga menunjukkan bahwa biaya di akhir umur rencana (*Future Worth*) metode Pd T-05-2005-B lebih murah jika dibandingkan dengan dengan pedoman interim No.002/P/BM/2011.

Kata kunci : Jalan, Tebal lapis tambah, biaya siklus hidup

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: danu_mandela@yahoo.co.id

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu sarana transportasi yang penting untuk menghubungkan berbagai tempat seperti pusat industri, lahan pertanian, pemukiman serta sebagai sarana distribusi barang dan jasa untuk menunjang perekonomian. Dengan meningkatnya pertumbuhan kendaraan baik dari segi jumlah dan kapasitas beban yang diangkut, mengakibatkan terjadinya kerusakan pada permukaan jalan dan struktur perkerasan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan serius pada jalan adalah dengan penambahan tebal lapis tambah (*overlay*). Tujuan perencanaan tebal lapis tambah adalah mengembalikan kekuatan perkerasan sehingga mampu memberikan pelayanan yang optimal kepada masyarakat pengguna jalan (*stake holders*). Perkerasan yang baik diharapkan dapat menjamin pergerakan manusia atau barang secara lancar, aman, cepat, murah dan nyaman.

Salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) adalah pemilihan metode perencanaan. Hal ini dikarenakan Perencanaan yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*under design*) atau menyebabkan konstruksi tidak ekonomis (*over design*). Dimana keadaan ini akan berdampak pada besarnya pembiayaan atau berkurangnya masa layan dari jalan yang direncanakan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, peneliti ingin mengetahui metode perencanaan yang tepat beserta *life cycle cost* yang paling efisien pada proyek peningkatan kinerja ruas jalan Batas Kota Metro-Gedung Dalam dengan membandingkan Metode Pd T-05-2005-B dan Pedoman Interim No.002/P/BM/2011. Diharapkan dari kedua metode tersebut akan diperoleh tebal lapis tambah yang efektif beserta *life cycle cost* yang paling efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Jalan

Berdasarkan pasal 19 ayat 2 undang-undang No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, kelas jalan dibedakan menjadi:

- a) Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 mm, panjang tidak melebihi 18000 mm, ukuran paling tinggi 4200 mm dan MST 10 ton.
- b) Jalan kelas II yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan jalan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 mm, panjang tidak melebihi 12000, ukuran paling tinggi 4200 mm dan MST 8 ton.
- c) Jalan kelas III yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2100 mm, panjang tidak melebihi 900 mm, ukuran paling tinggi 3500 mm dan MST 8 ton.
- d) Jalan kelas khusus yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2500 mm, panjang melebihi 18000 mm, ukuran paling tinggi 4200 mm dan MST lebih dari 10 ton.

2.2. Umur Rencana

Berdasarkan Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (Bina Marga,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.

2.3. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Menurut Guntoro (2014) Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebabkan beban lalu lintas tanah dasar. Suatu struktur perkerasan lentur biasanya terdiri atas beberapa lapisan bahan, dimana setiap lapisan akan menerima beban dari lapisan di atasnya, meneruskan dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan dibawahnya. Jadi semakin ke lapisan struktur bawah, beban yang ditahan semakin kecil.

2.4. Lapis Tambah (*overlay*)

Di Dalam Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05-2005-B (2005) disebutkan pengertian tebal lapis tambah (*overlay*) merupakan lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama kurun waktu yang akan datang.

2.5. Benkelman Beam

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).

2.6. Metode Pd T-05-2005-B

Metode Pd-T-05-2005-B merupakan pedoman perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) yang menetapkan kaidah-kaidah dan tata cara perhitungan tebal lapis tambah perkerasan lentur berdasarkan kekuatan struktur perkerasan yang diilustrasikan dengan nilai lendutan. Pada metode ini, analisa lalu lintas diartikan sebagai *Cumulative Equivalent Standard Axles* (CESA). Untuk mengetahui besarnya nilai CESA dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$CESA = \sum_{\text{Traktor-trailer}}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \quad (1)$$

Keterangan:

CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar

m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

E = Ekivalen beban sumbu kendaraan

C = Koefisien distribusi kendaraan

N = Hubungan umur rencana dengan perkembangan lalu lintas.

Nilai lendutan yang digunakan dalam melakukan perencanaan merupakan nilai lendutan balik yang yang diperoleh dari hasil pengujian *Benkelman Beam* dan harus dikoreksi dengan faktor muka air tanah, temperatur dan beban uji. Rumus yang digunakan adalah:

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

Keterangan:

d_B = Lendutan balik terkoreksi (mm)

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

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

Ft = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar (35° C)

Ca = Faktor pengaruh muka air tanah
 FK_{B-BB} = Faktor koreksi beban uji benkelman beam

Perhitungan tebal lapis tambah yang dilakukan pada setiap titik pengujian akan memberikan hasil desain yang lebih akurat, cara lain yang tetap sesuai kaidah adalah dengan melakukan pembagian segmen yang didasarkan pada pertimbangan terhadap keseragaman lendutan. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan digunakan rumus berikut.

$$FK = \frac{S}{d_R} \times 100 < FK \text{ ijin} \quad (3)$$

Keterangan:

FK = Faktor keseragaman lendutan (%)
 FK_{ijin} = Faktor keseragaman yang diijinkan
 d_R = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan
 = 0% - 10% ; Keseragaman sangat baik
 = 11% - 20% ; Keseragaman baik
 = 21% - 30% ; Keseragaman cukup baik

Besarnya nilai lendutan yang mewakili suatu sub ruas atau seksi jalan disesuaikan dengan fungsi atau kelas jalan dan ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 1,64 S \quad (4)$$

Keterangan:

D_{wakil} = Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan (mm)
 d_R = Lendutan rata-rata (mm)
 S = Standar deviasi

Besarnya nilai lendutan rencana (D_{rencana}) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut 5.

$$D_{\text{rencana}} = +22,208 \times CESA^{-0,2307} \quad (5)$$

Keterangan:

D_{rencana} = Lendutan rencana (mm)
 CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (ESA)

besarnya nilai tebal lapis tambah ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$H_o = \frac{\ln(1,0364) \times \ln(D_{\text{sbl ov}}) \times \ln(D_{\text{stl ov}})}{0,0597} \quad (6)$$

Keterangan:

H_o = Tebal lapis tambah sebelum dikoreksi
 D_{sbl ov} = Lendutan sebelum overlay atau D_{wakil}
 D_{stl ov} = Lendutan setelah lapis tambah atau D_{rencana}

2.7. Pedoman Interim No.002/P/BM/2011

Besarnya nilai CESA dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$ESA = \sum \text{Jenis kendaraan} \times LHR \times VDF \times C \quad (7)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \quad (8)$$

Keterangan:

ESA = Lintas sumbu standar ekivalen

- LHR = Lintas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu
 CESA = Komulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
 R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
 C = Distribusi kendaraan

Di dalam metode ini, Pengukuran dengan alat *Benkelman Beam* memerlukan beberapa data tambahan dan mengalami perubahan titik pengamatan yang sedikit berbeda dengan metode Pd T-05-2005-B. Dimana titik awal merupakan titik sebelum truk bergerak, titik kedua setelah truk bergerak 0,2 m dan titik ketiga setelah truk bergerak sejauh 6 m. Untuk mengetahui besarnya lendutan balik digunakan rumus berikut.

$$d_B = (d_3 - d_1) \times Ft_1 \times C \times Fk \quad (9)$$

Keterangan:

- d_B = Lendutan balik terkoreksi (mm)
 d_1 = Lendutan pada saat beban berada pada titik awal pengukuran (mm)
 d_3 = Lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran (mm)
 Ft_1 = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar (35° C)
 Ca = Faktor pengaruh muka air tanah
 Fk = Faktor koreksi beban uji benkelman beam
 Besarnya nilai lendutan rencana ($D_{rencana}$) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{-0,2307} \quad (10)$$

Keterangan:

- $D_{rencana}$ = Lendutan rencana (mm)
 CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (ESA)

Analisa tebal lapis tambah dilakukan dengan dua cara yaitu cara yaitu cara lendutan dan kemiringan titik belok. Dimana nilai tebal lapis tambah diambil dari hasil perhitungan yang paling tebal dan dikalikan dengan faktor koreksi (1,3). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Cara Lendutan

$$Td = [-13,76374894 (\log L)^{-0,3924} - 24,94880546 / D] + 32,72 \quad (11)$$

b) Cara Kemiringan Titik Belok

$$Tc = [0,02851711 \log L^3 - 0,448669202 \log L^2 + 1,844106464 \log L - 3,517110266 / CF] + 17,43 \quad (12)$$

2.8. Kondisi Fungsional Jalan

di dalam penelitian ini, Prediksi kerusakan jalan selama umur rencana (20 tahun) mengacu pada kondisi fungsional jalan Yang ditentukan berdasarkan nilai *international roughness indeks* (IRI). Dimana, Prediksi kenaikan nilai IRI atau kekasaran permukaan jalan pada perkerasan lentur dapat dihitung dengan menggunakan rumus Paterson, yang diambil dari World Banks berikut ini:

$$RI_t = 1,04 e^{mt} (RI_0 + 265 \times (1 + SNC)^{4,5} \times NE_t) \quad (13)$$

Keterangan:

- RI_t : Kekasaran pada waktu t (m/km)
 RI_0 : Kekasaran awal (m/km)
 SNC : *Structur Number Capacity*
 NE_t : Nilai ESAL pada saat t (juta ESAL/lajur)
 m : koefisien iklim = 0,0235 (*wet, nonfreeze*)
 t : umur jalan pada tahun ke-n

Untuk menghitung *Structur Number Capacity* (SNC) digunakan rumus Paterson, yang diambil dari World Banks berikut ini:

$$SNC = 0,04 \times \sum a_i h_i + SN_{SG} \quad (14)$$

Keterangan:

SNC : *Structur Number Capacity*

a_i : koefisien kekuatan bahan

h_i : tebal lapisan perkerasan (mm)

SN_{SG} : Kekuatan tanah dasar

$$SN_{SG} = 3,51 \log CBR - 0,85 (\log CBR)^2 + 1,43 \quad (15)$$

CBR : *California Bearing Ratio*

2.9. Life Cycle Cost

Menurut Fuller dan Petersen (1996) di dalam Kamagi (2013). *Life Cycle Cost* (LCC) merupakan suatu metode ekonomi dalam mengevaluasi proyek atas semua biaya yang timbul mulai dari tahap pengelolaan, pengoperasian, pemeliharaan dan pembuangan suatu komponen dari sebuah proyek, dimana hal ini dijadikan sebagai pertimbangan yang begitu penting untuk mengambil suatu keputusan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Ruas jalan A. H. Nasution Batas Kota Metro-Gedung Dalam

3.2. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang terdiri dari data LHR, data lendutan, dan data tebal lapis beraspal yang diperoleh dari dinas Bina Marga satuan kerja P2JN provinsi lampung.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan mengumpulkan data sekunder, melakukan analisa lalu lintas, analisa lendutan dan analisa tebal lapis tambah. kemudian menghitung prediksi kerusakan berdasarkan nilai IRI, menghitung estimasi biaya konstruksi, menghitung biaya life cycle cost, melakukan analisa hasil perhitungan, serta menarik kesimpulan dan menentukan saran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Perencanaan

4.1.1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) diperoleh dari *Core Team* Wilayah I Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (Satker P2JN) Provinsi Lampung. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).

No.	Kelas	Jenis	Sumbu	LHR (kend)
1	1	Sepeda Motor	1,1	7.449
2	2.3.4	Sedan/Angkot/pickup/station wagon	1,1	5.011
3	5.a	Bus Kecil	1,2	44
4	5.b	Bus Besar	1,2	24
5	6,1	Truk 2 Sumbu Cargo Ringan	1,1	137
6	6,2	Truk 2 Sumbu Ringan	1,2	603
7	7,1	Truk 2 Sumbu Cargo Sedang	1,2	120
8	7,2	Truk 2 Sumbu Sedang	1,2	42
9	8,1	Truk 2 Sumbu Berat	1,2	139
10	8,2	Truk 2 Sumbu Berat	1,2	14
11	9,1	Truk 3 Sumbu Ringan	1,22	62
12	9,2	Truk 3 Sumbu Sedang	1,22	9
13	9,3	Truk 3 Sumbu Berat	1.1.2	1
14	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2-2.2	1
15	11	Truk 4 Sumbu-Trailor	1.2-22	11
16	12	Truk 5 Sumbu-Trailor	1.22-22	6
17	13	Truk 5 Sumbu-Trailor	1.2-222	1
18	14	Truk 6 Sumbu-Trailor	1.22-222	1
Jumlah Kendaraan				13.675

Sumber : Core Team Wilayah I Satker P2JN Provinsi Lampung

4.1.2 Data Lendutan

Data hasil pengujian lendutan diperoleh dengan menggunakan alat *Benkelman Beam*. Pengujian lendutan dilakukan setiap 200 meter.

Tabel 2. Hasil Pengujian Lendutan

NO	STA	Lendutan Balik (mm)			Beban Uji (Ton)	Tebal Lapis Aspal (cm)	Temperatur (°C)	
		d1	d2	d3			Tu	Tp
1	0+000	0	0,35	0,70	8,16	8,00	37	48
2	0+200	0	0,4	0,61	8,16	8,00	36	56
3	0+400	0	0,4	0,64	8,16	8,00	36	54
4	0+600	0	0,21	0,40	8,16	8,00	38	52
5	0+800	0	0,40	0,63	8,16	8,00	35	49
6	1+000	0	0,22	0,40	8,16	8,00	35	51
7	1+200	0	0,15	0,31	8,16	8,00	45	54
8	1+400	0	0,40	0,62	8,16	8,00	34	53
9	1+600	0	0,18	0,34	8,16	8,00	35	52
10	2+600	0	0,10	0,25	8,16	8,00	36	52
11	2+800	0	0,30	0,55	8,16	8,00	37	57
12	3+000	0	0,50	0,71	8,16	8,00	39	58
13	3+200	0	0,31	0,50	8,16	8,00	34	48
14	3+400	0	0,40	0,68	8,16	8,00	30	58
15	3+600	0	0,18	0,34	8,16	8,00	36	58
16	3+800	0	0,40	0,66	8,16	8,00	31	54
17	4+000	0	0,48	0,61	8,16	8,00	30	50
18	4+200	0	0,30	0,58	8,16	8,00	32	56
19	4+400	0	0,40	0,62	8,16	8,00	32	42
20	4+600	0	0,33	0,59	8,16	8,00	34	54
21	4+800	0	0,22	0,39	8,16	8,00	35	51
22	5+000	0	0,40	0,72	8,16	8,00	30	41

Tabel 3. Hasil Pengujian Lendutan (Lanjutan)

NO	STA	Lendutan Balik (mm)			Beban Uji (Ton)	Tebal Lapis Aspal (cm)	Temperatur (°C)	
		d1	d2	d3			Tu	Tp
23	5+400	0	0,10	0,28	8,16	8,00	36	51
24	5+600	0	0,31	0,53	8,16	8,00	30	51
25	5+800	0	0,30	0,51	8,16	8,00	30	52
26	6+000	0	0,29	0,48	8,16	8,00	28	53
27	6+200	0	0,48	0,90	8,16	8,00	38	57
28	6+400	0	0,35	0,60	8,16	8,00	30	54
29	6+600	0	0,25	0,44	8,16	8,00	31	54
30	6+800	0	0,19	0,35	8,16	8,00	35	51
31	7+000	0	0,21	0,40	8,16	8,00	33	55
32	7+200	0	0,42	0,72	8,16	8,00	33	54
33	7+400	0	0,20	0,45	8,16	8,00	37	55
34	7+600	0	0,25	0,47	8,16	8,00	32	55
35	7+800	0	0,30	0,45	8,16	8,00	32	55
36	8+000	0	0,35	0,50	8,16	8,00	30	53
37	8+200	0	0,20	0,30	8,16	8,00	28	49
38	8+400	0	0,30	0,48	8,16	8,00	29	47
39	8+600	0	0,12	0,30	8,16	8,00	27	49
40	8+800	0	0,11	0,25	8,16	8,00	28	46
41	9+000	0	0,16	0,33	8,16	8,00	28	49
42	9+200	0	0,15	0,30	8,16	8,00	28	49
43	9+400	0	0,30	0,45	8,16	8,00	29	48
44	9+600	0	0,30	0,45	8,16	8,00	32	49
45	9+800	0	0,25	0,40	8,16	8,00	20	48
46	10+000	0	0,10	0,28	8,16	8,00	33	52

Sumber : Core Team Wilayah I Satker P2JN Provinsi Lampung

4.2. Analisa Lalu Lintas

Analisa lalu lintas dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai *Cummulative Equivalent Standard Axle* (CESA). Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan CESA

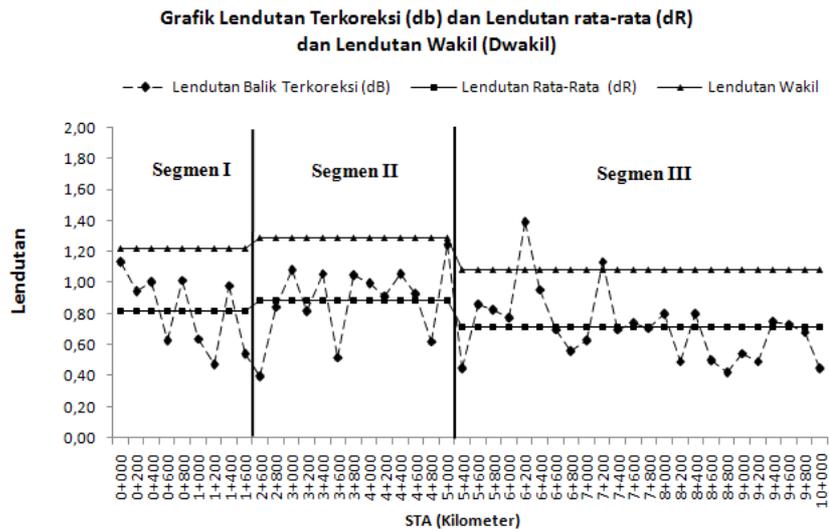
No.	Metode Pd T-05-2005-B	Pedoman Interim No.002/P/BM/2011
1	11.427.427 ESA	11.067.587 ESA

4.3. Analisa Lendutan

analisa lendutan dilakukan dengan membagi ruas jalan ke dalam beberapa segmen, dimana dalam penelitian ini ruas jalan Batas kota metro-grdung dalam dibagi menjadi 3 segmen yaitu segmen I (STA 0+000-1+600), Segmen II (STA 2+600-5+000), Segmen III (STA 5+400-10+000). pembagian segmen didasarkan pada keseragaman data lendutan yang ditunjukkan dengan nilai faktor keseragaman lendutan (FK). Hasil perhitungan lendutan dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Lendutan Metode Pd T-05-2005-B

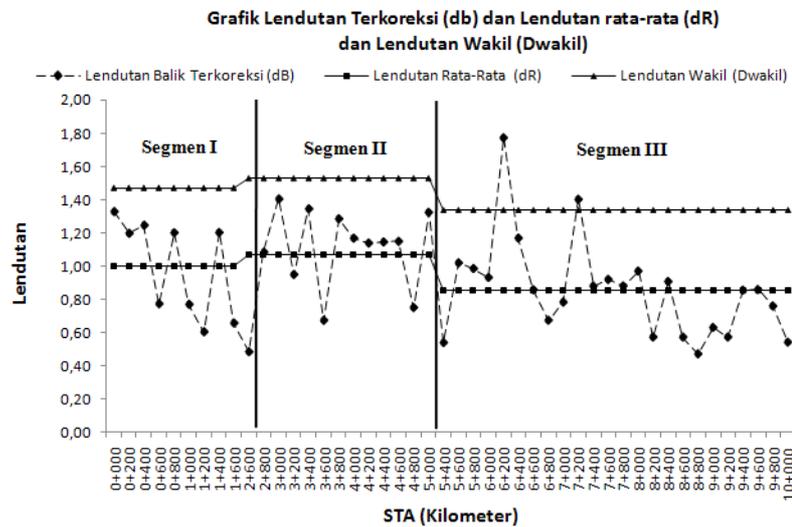
No.	Parameter	Segmen I	Segmen II	Segmen III
1	Lendutan rata-rata (dR)	0,82	0,79	0,71
2	Deviasi standar (s)	0,24	0,24	0,23
3	Keseragaman, FK (%)	28,89	27,55	31,84
4	Lendutan wakil (Dwakil)	1,22	1,29	1,08
5	Lendutan rencana (Drencana)	0,52	0,52	0,52



Gambar 1. Pembagian Segmen dan Hasil Analisa lendutan Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pd T-05-2005-B

Tabel 6. Hasil Perhitungan Lendutan Metode Interim No.002/P/BM/2011

No.	Parameter	Segmen I	Segmen II	Segmen III
1	Lendutan rata-rata (dR)	1,00	1,07	0,86
2	Cekung lendutan (CF)	0,21	0,22	0,19
3	Deviasi standar (s)	0,29	0,28	0,30
4	Keseragaman, FK (%)	28,99	26, 24	34,49
5	Lendutan wakil (Dwakil)	1,47	1,53	1,34



Gambar 2. Pembagian segmen dan hasil analisa lendutan Pedoman Interim Perkerasan Jalan Lentur No.002/P/BM/2011

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa perhitungan nilai faktor keseragaman lendutan (FK) pada segmen III melebihi batas izin yang ditetapkan yaitu $FK \leq 30\%$, hal ini dikarenakan pada titik-titik tertentu nilai lendutan sangat tinggi akibat adanya kerusakan setempat. Untuk itu perlu dilakukan penanganan khusus sebelum dilakukan tebal lapis tambah.

4.4. Analisa Tebal lapis Tambah

Hasil analisa tebal lapis tambah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tebal Lapis Tambah (*overlay*)

No	Lapisan	Metode Pd T-05-2005-B			Pedoman Interim No.002/P/BM/2011		
		Segmen I	Segmen II	Segmen III	Segmen I	Segmen II	Segmen III
1	AC-WC	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm
2	AC-BC	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm
3	AC-Base	5 cm	6 cm	3 cm	6 cm	7 cm	4 cm
TOTAL		15 cm	16 cm	13 cm	16 cm	17 cm	14 cm

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan bahwa hasil analisa tebal lapis tambah dengan menggunakan Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pd T-05-2005-B lebih tipis dibandingkan dengan Pedoman Interim Desain Perkerasan jalan lentur No.002/P/BM/2011. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain perbedaan metode analisa lalu lintas, faktor koreksi terhadap temperatur, dan jenis material yang digunakan. Selain itu, Desain Perkerasan jalan lentur No.002/P/BM/2011 mempertimbangkan pendekatan berdasarkan faktor deformasi dan kelelahan aspal (*Fatig*) dengan menambahkan ketentuan berupa cekung lentutan (*Curvature Function*). Sedangkan Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pd T-05-2005-B hanya melakukan pendekatan berdasarkan kriteria deformasi.

4.5. Biaya Konstruksi awal

Perhitungan biaya konstruksi hanya terdiri dari biaya pekerja, biaya sewa alat, dan biaya bahan baku. Harga satuan yang digunakan pada perhitungan ini merupakan harga satuan pada saat pembangunan jalan atau disebut dengan nilai (*Present Worth*). yang akan dikonversi menjadi nilai pada masa akhir Umur Rencana (*Future Worth*). Perbandingan hasil perhitungan biaya kontruksi awal antara kedua metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Analisa Biaya Konstruksi Awal (*Present Worth*)

No.	Segmen	Metode Pd T-05-2005-B (Rp.)	Pedoman Interim No.002/P/BM/2011 (Rp.)
1	Segmen I	4.201.336.556,20	4.448.048.405,17
2	Segmen II	6.672.072.607,76	7.042.140.381,21
3	Segmen III	10.660.249.467,53	11.369.546.033,31
BIAYA TOTAL		21.533.658.631,49	22.859.734.819,68

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil desain pedoman interim No.002/P/BM/2011 lebih mahal dibandingkan dengan metode Pd T-05-2005-B. Hal ini dikarenakan perbedaan ketebalan yang diperoleh dari hasil desain seperti dijelaskan pada subbab sebelumnya.

4.6. International Roughness Indeks (IRI)

Nilai *International Roughness Indeks* (IRI) dijadikan sebagai indikator untuk mengukur kondisi fungsional jalan dan prediksi tingkat kerusakan dimasa mendatang. Penentuan skenario pemeliharaan di dalam penelitian ini, didasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 02/PRT/M/2007 tentang Petunjuk Teknis Pemeliharaan Jalan Tol dan Jalan Penghubung. Hasil skenario nilai *International roughness index* (IRI) masing-masing metode dapat dilihat pada tabel 10 dan Tabel 13.

Tabel 9. Data Skenario Nilai IRI Metode Pd T-05-2005-B

Data Skenario	Metode Pd T-05-2005-B		
	Segmen I	Segmen II	Segmen III
Jenis Perkerasan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Lentur	Perkerasan Lentur
Umur Rencana	20 Tahun	20 Tahun	20 Tahun
Lebar Perkerasan	6 m	6 m	6 m
Surface	AC (15 cm)	AC (16 cm)	AC (13 cm)
Base	LPA Kls A (15 cm)	LPA Kls A (15 cm)	LPA Kls A (15 cm)
Subbase	LPA Kls B (15 cm)	LPA Kls B (15 cm)	LPA Kls B (15 cm)
Structure Number	100,5	104,5	92,5
SNC	4,7988	4,9588	4,4788
IRI Awal	1 m/km	1 m/km	1 m/km

Tabel 10. Hasil Skenario Nilai IRI Metode Pd T-05-2005-B

Periode	Skenario CESA (Juta ESA/Lajur)	Metode Pd T-05-2005-B					
		Segmen I		Segmen II		Segmen III	
		IRI (Tanpa Penanganan)	IRI (Dengan Penanganan)	IRI (Tanpa Penanganan)	IRI (Dengan Penanganan)	IRI (Tanpa Penanganan)	IRI (Dengan Penanganan)
0	0,1976	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	0,2046	1,0735	1,0735	1,0724	1,0724	1,0763	1,0763
2	0,2117	1,1794	1,0704	1,1770	1,0680	1,1855	1,0765
3	0,2191	1,3260	1,0927	1,3220	1,0888	1,3361	1,1028
4	0,2268	1,5253	1,1446	1,5195	1,1388	1,5403	1,1595
5	0,2347	1,7951	1,2328	1,7869	1,2246	1,8162	1,2539
6	0,2429	2,1613	1,3682	2,1500	1,3569	2,1904	1,3973
7	0,2515	2,6620	1,5671	2,6466	1,5517	2,7017	1,6068
8	0,2603	3,3542	1,8545	3,3332	1,8335	3,4084	1,9087
9	0,2694	4,3239	2,2683	4,2951	2,2396	4,3980	2,3425
10	0,2788	5,7028	2,8672	5,6631	2,8275	5,8052	2,9695
11	0,2885	7,6960	3,7424	7,6406	3,6869	7,8390	3,8853
12	0,2986	10,6279	5,0386	10,5493	4,9601	10,8304	5,2412
13	0,3091	15,0197	1,4291	14,9067	1,4269	15,3114	1,4348
14	0,3199	21,7245	1,9393	21,5587	1,9337	22,1521	1,9537
15	0,3311	32,1616	2,7409	31,9138	2,7302	32,8007	2,7687
16	0,3427	48,7361	4,0211	48,3581	4,0021	49,7110	4,0699
17	0,3547	75,5982	1,5728	75,0093	1,5700	77,1173	1,5800
18	0,3671	120,0428	2,3616	119,1048	2,3541	122,4621	2,3807
19	0,3800	195,1358	3,7006	193,6082	3,6854	199,0762	3,7399
20	0,3933	324,7310	6,0176	322,1857	5,9889	331,2965	6,0916

Keterangan:

- Pemeliharaan Rutin
 Pemeliharaan Berkala

Tabel 11. Data Skenario Nilai IRI Pedoman Interim No.002/P/BM/2011

Data Skenario	Pedoman Interim No.002/P/BM/2011		
	Segmen I	Segmen II	Segmen III
Jenis Perkerasan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Lentur	Perkerasan Lentur
Umur Rencana	20 Tahun	20 Tahun	20 Tahun

Tabel 12. Data Skenario Nilai IRI Pedoman Interim No.002/P/BM/2011 (Lanjutan)

Data Skenario	Pedoman Interim No.002/P/BM/2011		
	Segmen I	Segmen II	Segmen III
Lebar Perkerasan	6 m	6 m	6 m
Surface	AC (16 cm)	AC (17 cm)	AC (14 cm)
Base	LPA Kls A (15 cm)	LPA Kls A (15 cm)	LPA Kls A (15 cm)
Subbase	LPA Kls B (15 cm)	LPA Kls B (15 cm)	LPA Kls B (15 cm)
Structure Number	104,5	108,5	96,5
SNC	4,9588	5,1188	4,6388
IRI Awal	1 m/km	1 m/km	1 m/km

Tabel 13. Hasil Skenario Nilai IRI Pedoman Interim No.002/P/BM/2011

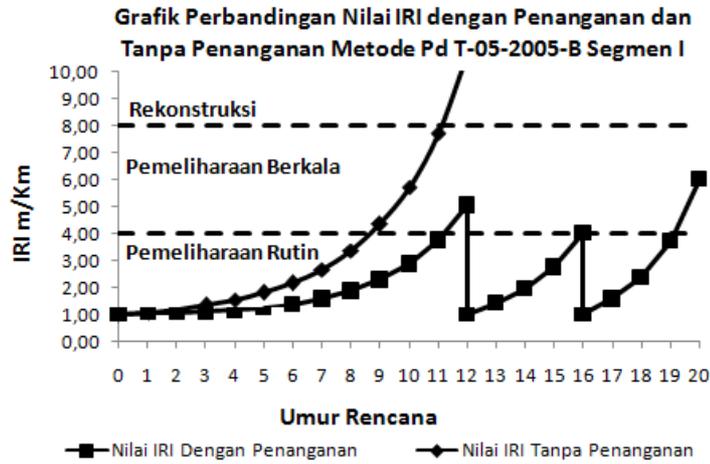
Skenario		Pedoman Interim No.002/P/BM/2011					
Periode	CESA (Juta ESA/Lajur)	Segmen I		Segmen II		Segmen III	
		IRI (Tanpa Penanganan)	IRI (Dengan Penanganan)	IRI (Tanpa Penanganan)	IRI (Dengan Penanganan)	IRI (Tanpa Penanganan)	IRI (Dengan Penanganan)
0	0,1950	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	0,2018	1,0723	1,0723	1,0713	1,0713	1,0746	1,0746
2	0,2089	1,1768	1,0678	1,1748	1,0658	1,1819	1,0729
3	0,2162	1,3217	1,0884	1,3184	1,0852	1,3301	1,0969
4	0,2238	1,5190	1,1382	1,5141	1,1334	1,5314	1,1507
5	0,2316	1,7862	1,2239	1,7793	1,2170	1,8038	1,2415
6	0,2374	2,1489	1,3558	2,1394	1,3463	2,1731	1,3800
7	0,2433	2,6449	1,5500	2,6320	1,5371	2,6779	1,5830
8	0,2494	3,3305	1,8308	3,3130	1,8133	3,3755	1,8758
9	0,2556	4,2911	2,2355	4,2671	2,2116	4,3525	2,2969
10	0,2620	5,6570	2,8214	5,6240	2,7884	5,7416	2,9060
11	0,2686	7,6315	3,6778	7,5854	3,6317	7,7494	3,7957
12	0,2753	10,5356	4,9464	10,4705	4,8812	10,7025	5,1132
13	0,2822	14,8860	1,4255	14,7923	1,4238	15,1259	1,4300
14	0,2892	21,5272	1,9302	21,3900	1,9259	21,8787	1,9413
15	0,2964	31,8654	2,7233	31,6605	2,7150	32,3903	2,7445
16	0,3039	48,2828	3,9896	47,9705	3,9750	49,0829	4,0269
17	0,3115	74,8902	6,0485	74,4037	6,0239	76,1362	1,5730
18	0,3192	118,9131	1,6053	118,1385	1,6031	120,8969	2,3619
19	0,3272	193,2935	2,4653	192,0323	2,4594	196,5239	3,7009
20	0,3354	321,6587	3,9554	319,5577	3,9432	327,0403	6,0172

Keterangan:

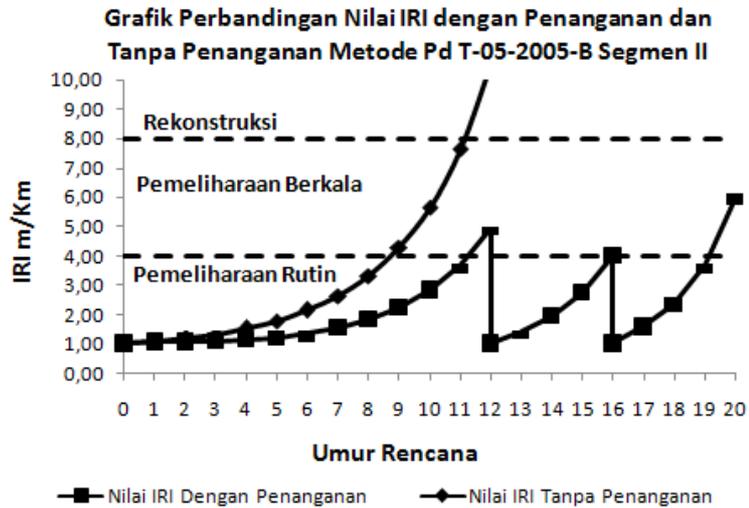
- Pemeliharaan Rutin
- Pemeliharaan Berkala

Hasil skenario nilai IRI dari dua jenis metode yang digunakan tidak menunjukkan perbedaan yang berarti, jenis pemeliharaan yang dibutuhkan selama umur rencana 20 tahun adalah pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala. Hal ini di dasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 02/PRT/M/2007 tentang Petunjuk Teknis Pemeliharaan Jalan Tol dan Jalan Penghubung. Dimana, Pemeliharaan rutin dilakukan pada saat nilai IRI =1 s.d 4 m/km dengan jenis penanganan berupa penutupan lubang (*patching*) dan *local sealing*. Untuk pemeliharaan berkala dilakukan pada saat nilai IRI =

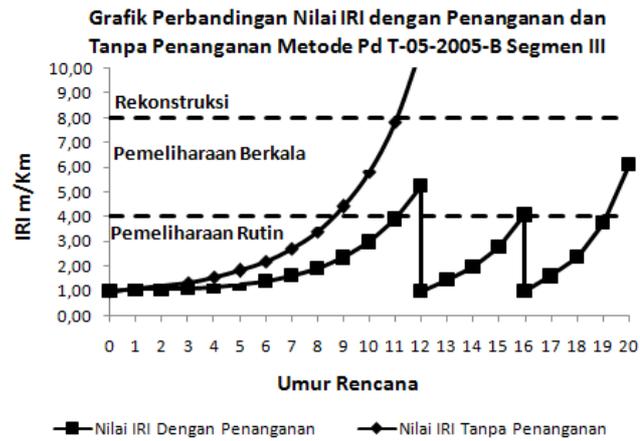
4 s.d 8 m/km jenis pemeliharaan berupa penambahan lapis tambahan (*overlay*) AC-WC setebal 5 cm. Perbandingan hasil analisa nilai IRI dengan Penanganan dan IRI tanpa penanganan untuk masing-masing metode, dapat dilihat pada gambar berikut.



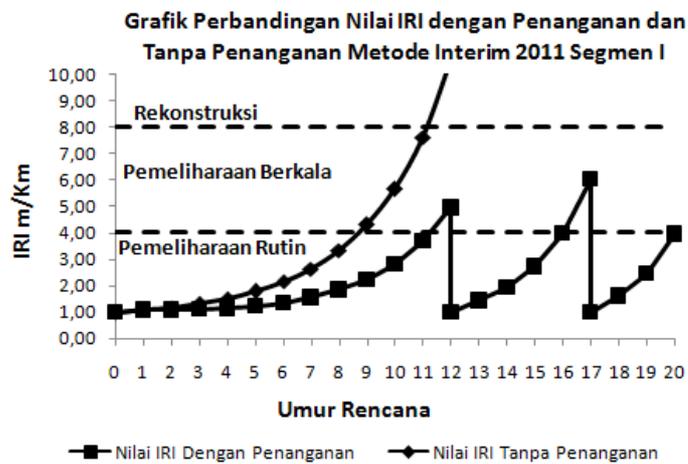
Gambar 3. Perbandingan Nilai IRI Dengan Penanganan Dan Tanpa Penanganan Pada Segmen I (Metode Pd T-05-2005-B)



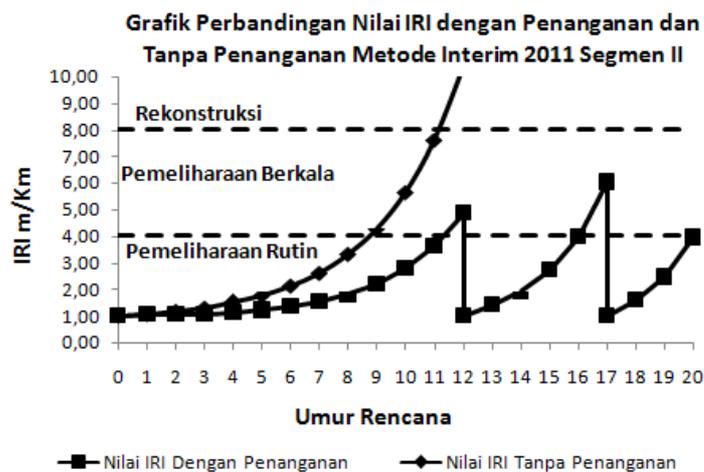
Gambar 4. Perbandingan Nilai IRI Dengan Penanganan Dan Tanpa Penanganan Pada Segmen II (Metode Pd T-05-2005-B)



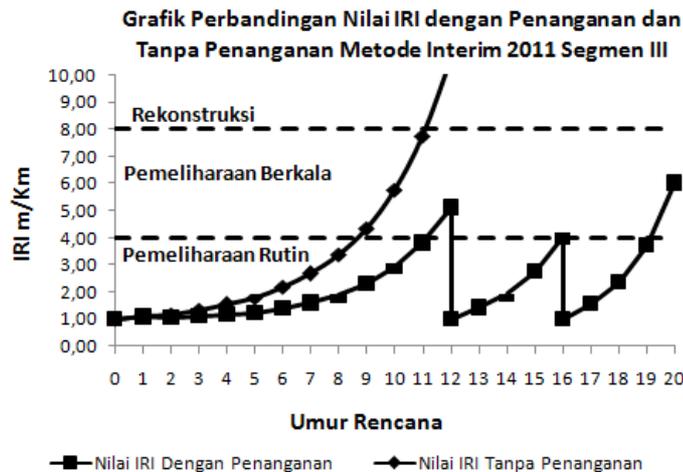
Gambar 5. Perbandingan Nilai IRI Dengan Penanganan Dan Tanpa Penanganan Pada Segmen III (Metode Pd T-05-2005-B)



Gambar 6. Perbandingan Nilai IRI Dengan Penanganan Dan Tanpa Penanganan Pada Segmen I (Pedoman Interim No.002/P/BM/2011)



Gambar 7. Perbandingan Nilai IRI Dengan Penanganan Dan Tanpa Penanganan Pada Segmen II (Pedoman Interim No.002/P/BM/2011)



Gambar 8. Perbandingan Nilai IRI Dengan Penanganan Dan Tanpa Penanganan Pada Segmen III (Pedoman Interim No.002/P/BM/2011)

Kondisi perkerasan yang ditunjukkan oleh grafik perbandingan nilai IRI tanpa penanganan dan dengan penanganan diatas dapat terjadi apabila tidak adanya penyimpangan-penyimpangan di lapangan selama umur rencana. Penyimpangan yang dimaksudkan seperti penyimpangan kualitas konstruksi, beban lalu lintas berlebih (*overload*), faktor pemeliharaan dan faktor lainnya.

4.7. Life Cycle Cost

Biaya pemeliharaan rutin di dalam penelitian ini hanya membahas biaya pemeliharaan rutin perkerasan jalan yang terdiri dari penutupan lubang (*patching*) dan *local sealing* pada saat nilai IRI = 1,0 - 4,0 m/km dan Pemeliharaan berkala yang dilakukan dengan cara melakukan lapis ulang (*overlay*) setebal 5 cm pada saat nilai IRI = 4,0 - 8,0 m/km dengan kenaikan biaya pertahun sebesar 7,5%. hasil perhitungan biaya pemeliharaan dapt dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14. Biaya Pemeliharaan (*Life Cycle Cost*)

No.	Segmen	Jenis Pemeliharaan	Metode Pd T-05-2005-B (Rp.)	Pedoman Interim No.002/P/BM/2011 (Rp.)
1	Segmen I	Rutin	2.305.015.501,77	2.290.049.476,80
		Berkala	7.013.206.781	7.313.978.939
2	Segmen II	Rutin	2.661.838.616,22	2.644.555.806,98
		Berkala	10.519.810.171	10.970.968.408
3	Segmen III	Rutin	3.643.172.909,52	3.643.172.909,52
		Berkala	20.162.969.495	20.162.969.495
BIAYA TOTAL			46.306.013.475,51	47.025.695.034,30

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan pengolahan data diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a) Dari hasil analisa menunjukkan bahwa Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pd T-05-2005-B menghasilkan desain yang lebih optimal dari pada Pedoman Interim Perkerasan Jalan Lentur No.002/P/BM/2011 hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: metode analisa lalu lintas, faktor koreksi terhadap t emperatur, dan jenis material yang digunakan.

- b) Hasil analisa *life cycle cost* menunjukkan bahwa dengan umur rencana 20 tahun, Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pd T-05-2005-B lebih murah dibandingkan dengan Pedoman Interim Perkerasan Jalan Lentur No.002/P/BM/2011. Masing-masing Rp. 46.306.013.475,51 dan 47.025.695,30
- c) Karena memiliki desain lapis tambah (*overlay*) lebih optimum, biaya pemeliharaan lebih rendah, dan biaya akhir umur rencana (*Future Worth*) lebih murah, maka Dalam melakukan perencanaan tebal lapis tambah ruas jalan Batas Kota Metro-Gedung Dalam dengan umur rencana 20 tahun, Metode Pd T-05-2005-B lebih direkomendasikan dari pada Metode Interim No.002/P/BM/2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta. 34 hlm.
- Bina Marga, 2005, *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lendutan Dengan Metode Pd T-05-2005-B*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta. 30 hlm
- Bina Marga. 2011. *Pedoman Desain Perkerasan Lentur No. 002/P/BM/2011*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta. 42 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat Benkelman Beam*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. 37 hlm.
- Guntoro, Dwi. 2014, *Pengaruh Variasi Lintas Ekuivalen Rencana Perkerasan Bertahap Studi Kasus Ruas Jalan Tegineneng–Gunung Sugih*, Universitas Lampung, Lampung.
- Kamagi, Grace Pricillia. 2013, *Analisa Life Cycle Cost Pada Pembangunan Gedung*. Sipil statik, 8, 549-556.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 02/PRT/M/2007 tentang Petunjuk Teknis Pemeliharaan Jalan Tol dan Jalan Penghubung*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta. 28 hlm.
- Paterson, W. D. O., 1992, *Simplified Models of Paved Road Detorioration Based on HDM-III*, Transportation Research Board, Washington D.C. 29p
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta. 203 hlm.