

Analisis Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Dengan Metode PD-T-05-2005-B dan AASHTO 1993 (Studi Kasus Pada Ruas Jalan Sp. Pelita Jaya – Piru)

Christy Fernando Tibalia¹, W. Sapullele, N². M. Y. Lewaherilla³

¹Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

^{2,3}Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

Gmail : wilsap_sap@yahoo.com nusyelewherila@gmail.com

Abstract

Planning of pavement thickness is one of the stages in road works with the main target is to provide optimal services to the road users. Planning should be done carefully and the selection of planning methods is one of the factors that need to be taken into consideration in the planning of added layer thickness. The purpose of this research is to plan the thickness of the layers added by using Pd-T-05-2005-B and AASHTO 1993 method, and calculate efficient pavement thickness for Simpang Pelita Jaya - Piru road. By using Pd-T-05-2005-B method, the added layer thickness obtained for Simpang Pelita Jaya - Piru road is 8 cm with Asphalt Cement pavement type, 10 cm with Hot Rolled Sheet Asphalt pavement type and 7 cm with type of pavement of Asphalt Cement Modification. While AASHTO method 1993 obtained thickness of layer added equal to 18,75 cm with pavement type of solid asphalt hot gradation mixture. So the Pd-T-05-2005-B method is an efficient method applied to the Simpang Pelita Jaya - Piru road

Keywords: Design, Pavement, Efficient

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam sektor perhubungan barang dan jasa, baik dari suatu daerah ke daerah yang lainnya. Adanya suatu sistem transportasi yang baik dan bermanfaat menjadi salah satu syarat penting bagi perkembangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dengan meningkatnya pertumbuhan kendaraan baik dari segi jumlah dan kapasitas beban yang diangkut, mengakibatkan terjadinya kerusakan pada permukaan jalan dan struktur perkerasan.

Perencanaan tebal perkerasan merupakan salah satu tahapan dalam pekerjaan jalan dengan sasaran utama adalah memberikan pelayanan yang optimal kepada para masyarakat pengguna jalan. Perencanaan yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*under design*) atau dapat menyebabkan pelaksanaan konstruksi tidak ekonomis (*over design*). Akurasi perencanaan juga berpengaruh pada besarnya pembiayaan atau berkurangnya masa layanan jalan serta pada manajemen pemeliharaan jalan, terutama berkaitan dengan rencana konstruksi bertahap (*staging construction*) sebagai konsekuensi dari ketersediaan dana untuk pekerjaan jalan yang terbatas. Mengingat pentingnya akurasi perencanaan tersebut maka sudah sepatutnya dan gerakan tanah dasar dapat pula menyebabkan kerusakan perkerasan. Untuk itu, deteksi dan

kajian mengenai perencanaan dilakukan dengan seksama dan pemilihan metode perencanaan adalah salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan perencanaan tebal lapis tambah (*Overlay*).

Alasan yang mendukung penulis dalam penulisan ini adalah perlunya metode yang tepat dan efisien dalam perencanaan jalan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis serta memenuhi unsur keselamatan dalam penggunaan jalan, sehingga penulis terdorong untuk membahas dan merencanakan tebal lapis perkerasan pada ruas jalan Simpang Pelita Jaya – Piru. Pada penulisan ini penulis akan menggunakan Pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan nomor: Pd. T-05-2005-B dan panduan untuk Design Struktur Perkerasan menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) 1993

Tujuan dari penelitian ini adalah : Merencanakan desain tebal lapis tambah dengan metode PD – T – 05 – 2005 B dan AASHTO 1993 dan mengetahui tebal perkerasan yang efisien untuk ruas jalan Simpang Pelita Jaya – Piru.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tebal Lapis Tambah (Overlay)

Perkerasan, secara terus menerus akan mengalami tegangan – tegangan akibat beban lalu lintas yang dapat mengakibatkan kerusakan minor pada perkerasan. Selain itu, temperature, kelembaban, perbaikan kerusakan secara dini pada perkerasan akan mencegah kerusakan minor yang mungkin

dapat berkembang menjadi kegagalan perkerasan. Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) di lakukan sebagai suatu usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan structural perkerasan. Pekerjaan tebal lapis tambahan untuk pemeliharaan dan perawatan permukaan juga ditunjukan untuk memperbaiki umur perkerasan dengan jalan memperlambat laju berkembangnya kerusakan (Hardiyatmo, 2011).

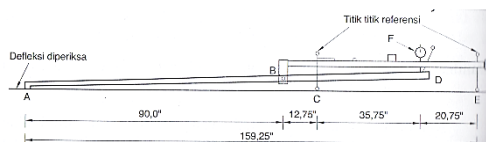
2.2. Perancangan Tipe Lapis Tambah

Dalam perencanaan lapis tambahan, secara umum terdapat dua prosedur: yaitu prosedur yang di dasarkan pada defleksi dan tebal efektif (Asphalt Institute, MS-17). Tebal lapis tambahan di tentukan dari selisih antara ketebalan tebal perkerasan yang di butuhkan untuk melayani beban lalu lintas di masa datang, dengan tebal efektif dari perkerasan eksisting. Tebal efektif pada dasarnya adalah tebal ekivalen perkerasan pada ketebalan keseluruhannya (Hardiyatmo, 2011).

Pada penelitian ini menggunakan perancangan yang di dasarkan pada hasil uji defleksi. Perancangan lapis tambahan dengan menggunakan hasil uji defleksi, umunya di lakukan dengan melakukan uji tak merusak pada permukaan perkerasan lama. Tebal lapis tambahan yang di butuhkan, di tentukan dengan berdasarkan tambahan tebal yang menghasilkan defleksi yang diinginkan. Cara ini umunya di dasarkan pada korelasi empiris antara defleksi terukur dari uji *Non Destructive Test* dengan kinerja perkerasan di lapangan (Hardiyatmo, 2011).

2.3. Alat Uji Defleksi Statis (Bengkelman Beam)

Uji defleksi statis dilakukan dengan menerapkan beban statis atau beban yang bergerak perlahan ke permukaan perkerasan yang di ikuti dengan pengukuran defleksi yang di hasilkannya. Alat uji defleksi statis yang sering di gunakan adalah *Bengkelman Beam*. Alat ini terdiri dari balok pendukung dan lengan pemeriksa (*probe arm*). Defleksi diukur dengan cara meletakkan arloji pengukuran defleksi pada ujung balok (Hardiyatmo, 2011).



Gambar 1 Alat uji Bengkelman Beam
(Sumber : Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah, Hardiyatmo 2011)

Dalam Gambar 1, defleksi pada titik A di ukur dari membaca arloji pengukur defleksi pada

titik F. Defleksi relative, di ukur terhadap titik referensi C dan E. Cara pengukuran di lakukan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2011): Truk yang di gunakan untuk pengujian adalah truk dengan beban gandar tunggal dengan ban dobel sebesar 18.000 lb (8,16 ton). Tongkat penunjuk di ujung *Bengkelman Beam* di letakan di antara dua ban truk tersebut. Sesudah arloji disetel nol, truck di jalankan dari tempatnya dan besarnya pantulan (*rebound*) di catat sebagai defleksi (Hardiyatmo, 2011).

2.4. Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkungan Lendutan

Apabila pengukuran dilakukan dengan *Bengkelman Beam* maka nilai yang diperoleh harus dikonversi ke nilai setara FWD (*Falling Weigh Deflectometer*) dengan mengalikan nilai tersebut dengan faktor standarisasi. Faktor tersebut bervariasi sesuai komposisi perkerasan dan kekuatan tanah dasar. Asumsi awal faktor penyesuaian di sajikan dalam Tabel .1.

Tabel .1 Faktor Penyesuaian Lengkungan Lendutan BB ke FWD

Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor
0	1,00	160	0,69
20	0,95	180	0,67
40	0,91	200	0,65
60	0,86	220	0,63
80	0,82	240	0,61
100	0,79	260	0,60
120	0,75	280	0,59
140	0,72	300	0,59

Sumber : Manual Desain Perkerasan Revisi 2017

2.5. Perancangan Tebal Lapis Tambah dengan Metode PD-T-05-2005-B

Perancangan tebal lapis tambah dengan pedoman perencanaan tabal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan (Pd-T-05-2005-B) adalah pedoman yang digunakan dalam menetapkan kaidah – kaidah dan tata cara perhitungan lapis tambah perkerasan lentur berdasarkan kekuatan struktur perkerasan yang ada yang di ilustrasikan dengan nilai lendutan. Pedoman ini juga memuat deskripsi berbagai faktor dan parameter yang di gunakan dalam perhitungan, perhitungan tebal lapis tambah yang diuraikan dalam pedoman ini hanya berlaku untuk konstruksi perkerasan lentur atau konstruksi perkerasan dengan lapis pondasi agregat dengan lapis permukaan menggunakan bahan pengikat aspal. Penilaian kekuatan struktur perkerasan yang ada didasarkan atas lendutan yang di hasilkan dan pengujian lendutan langsung dengan menggunakan alat *Falling Weigh Deflectometer* (FWD) atau

lendutan balik dengan menggunakan alat *Bengkelman Beam* (BB).

1. Perhitungan Lalu Lintas

a. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Tabel 2.2 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

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

Sumber: Pd-T-05-2005-B

Tabel 2.3 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

Sumber : Pd-T-05-2005-B

b. Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

$$\text{Angka ekivalen STRT} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5,40} \right]^4 \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Angka ekivalen STRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8,16} \right]^4 \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{Angka ekivalen SDRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4 \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{Angka ekivalen STRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18,45} \right]^4 \dots\dots\dots (2.4)$$

Tabel 2.4 Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)

Beban sumbu (ton)	Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

Sumber: Pd-T-05-2005-B

c. Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] \dots\dots\dots (2.5)$$

Tabel 2.5 Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)

n (tahun)	r (%)					
	2	4	5	6	8	10
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,28	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,26	5,52	5,66	5,81	6,10	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,67	9,40	9,79	10,19	11,06	12,01
9	9,85	10,79	11,30	11,84	12,99	14,26
10	11,06	12,25	12,89	13,58	15,07	16,73
11	12,29	13,76	14,56	15,42	17,31	19,46
12	13,55	15,33	16,32	17,38	19,74	22,45
13	14,83	16,96	18,16	19,45	22,36	25,75
14	16,13	18,66	20,09	21,65	25,18	29,37
15	17,47	20,42	22,12	23,97	28,24	33,36
20	24,54	30,37	33,89	37,89	47,59	60,14
25	32,35	42,48	48,92	56,51	76,03	103,26
30	40,97	57,21	68,10	81,43	117,81	172,72

Sumber : Pd-T-05-2005-B

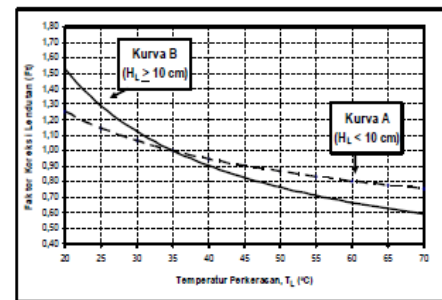
d. Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

$$CESA = \sum_{\text{Traktor}-\text{Trailer}}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots (2.6)$$

2. Perhitungan Lendutan

a. Lendutan dengan Bengkelman Beam (BB)

$$dB = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \dots\dots\dots (2.7)$$



Gambar 2.2 Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)

(Sumber: Pd-T-05-2005-B)

Tabel 2.6 Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)

T _c (°C)	Faktor Koreksi (Ft)		T _c (°C)	Faktor Koreksi (Ft)	
	Kurva A (H _t < 10 cm)	Kurva B (H _t ≥ 10 cm)		Kurva A (H _t < 10 cm)	Kurva B (H _t ≥ 10 cm)
20	1,25	1,53	46	0,90	0,81
22	1,21	1,42	48	0,88	0,79
24	1,16	1,33	50	0,87	0,76
26	1,13	1,25	52	0,85	0,74
28	1,09	1,19	54	0,84	0,72
30	1,06	1,13	56	0,83	0,70
32	1,04	1,07	58	0,82	0,68
34	1,01	1,02	60	0,81	0,67
36	0,99	0,98	62	0,79	0,65
38	0,97	0,94	64	0,78	0,63
40	0,95	0,90	66	0,77	0,62
42	0,93	0,87	68	0,77	0,61
44	0,91	0,84	70	0,76	0,59

Sumber : Pd-T-05-2005-B

Tabel 2.7 Temperatur tengah (T_t) dan bawah (T_b) lapis beraspal berdasarkan data temperature udara (T_u) dan temperature permukaan (T_p)

$T_u = T_p$ (°C)	Temperatur lapis beraspal (°C) pada kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	23,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,6	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3
84	50,0	47,3	41,6	40,5	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	40,9	39,2	38,2

Sumber : Pd-T-05-2005-B

b. Keseragaman Lendutan

$$FK = \frac{s}{\bar{d}R} \times 100\% < FK_{ijin} \dots \dots \dots (2)$$

c. Lendutan Wakil

$$D_{wakil} = dR + 2s; \text{ (tingkat kepercayaan 98\%)} \dots \dots \dots (2.15)$$

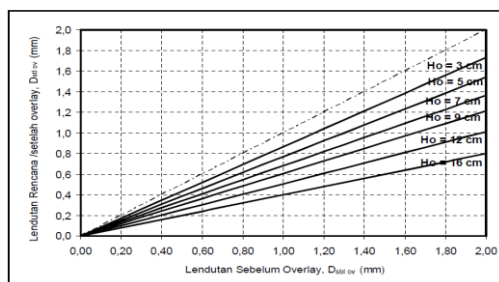
$$D_{wakil} = dR + 1,64s; \text{ (tingkat kepercayaan 95\%)} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$D_{wakil} = dR + 1,28s; \text{ (tingkat kepercayaan 90\%)} \dots \dots \dots (2.17)$$

3. Perhitungan Tebal Lapis Tambah

a. Menghitung Tebal Lapis Tambah

$$H_0 = \frac{[\ln(1,0364) + \ln - \ln(D_{sil} \sigma)]}{0,0597} \dots \dots \dots (2.18)$$



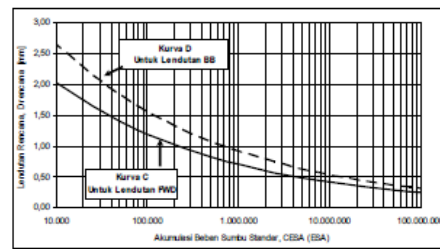
Gambar 2.3 Tebal Lapis Tambah/Overlay (F_0)

b. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah

$$F_0 = 0,5032 \times \exp^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \dots \dots \dots (2.19)$$

c. Jenis Lapis Tambah

$$FK_{TBL} = 12,51 \times M_R^{-0,333} \dots \dots \dots (2.21)$$



Gambar 2.5 Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})
(Sumber : Hardiyatmo, (2011) Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah)

Tabel 2.8 Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FK_{TBL})

Jenis Lapisan	Modulus Resilien, M_R (MPa)	Stabilitas Marshall (kg)	FK_{TBL}
Laston Modifikasi	3000	min. 1000	0,85
Laston	2000	min. 800	1,00
Lataston	1000	min. 800	1,23

Sumber : Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd-T-05-2005-B

2.6. Penentuan Tebal Lapis Tambah dengan Metode AASHTO 1993

Dalam prosedur AASHTO (1993), perancangan tebal lapis tambahan didasarkan pada kapasitas structural perkerasan lentur yang diwakili oleh angka structural (*structural number*) SN. Tebal lapis tambahan yang di butuhkan adalah suatu nilai yang akan menambahkan nilai SN efektif dari perkerasan lama (sesudah di perbaiki sebelum di beri lapis tambahan) menuju ke SN yang di butuhkan agar memenuhi syarat lalu lintas di masa datang. Tebal yang di butuhkan untuk menambah kapasitas struktural untuk memenuhi beban lalu lintas di masa datang, di nyatakan oleh persamaan:

$$SN_{01} = a_{01} D_{01} = SN_f - SN_{eff} \dots \dots \dots (2.22)$$

Tabel 2.9 Koefisien Lapisan

Type material	a_i (1/in.)
Lapis permukaan aspal (surface course), koefisien a_1:	
✓ Campuran aspal panas gradasi padat	0,44
Aspal pasir	0,40
Campuran dipakai ulang (recycled) di tempat	0,20
Campuran dipakai ulang olah pabrik	0,40 (0,40 – 0,44)
Lapis pondasi (base course), koefisien a_2:	
Batu pecah	0,14 (0,08 – 0,14)
Kerikil berpasir	0,07
Pondasi pozolanik	0,28 (0,25 – 0,30)
Pondasi dirawat kapur (lime treated base)	0,22 (0,15 – 0,30)
Pondasi dirawat semen (cement treated base)	0,27
Tanah-semen (soil – cement)	0,20
Pondasi dirawat aspal, gradasi kasar	0,34
Pondasi dirawat aspal, gradasi pasir	0,30
Campuran dipakai ulang (recycled) diolah di tempat	0,20
Campuran dipakai ulang (recycled) diolah di pabrik	0,40 (0,40 – 0,44)
Campuran aspal panas gradasi padat	0,44
Lapis pondasi bawah (subbase), koefisien a_3:	
Kerikil berpasir	0,11
Lempung berpasir	0,08 (0,05 – 0,10)
Tanah dirawat kapur	0,11
Lempung dirawat kapur	0,16 (0,14 – 0,18)
Batu pecah	0,14 (0,08 – 0,14)

Sumber: AASHTO (1993) dalam Hardiyatmo, 2011

1. Penentuan SN_{eff} (Angka Struktural Efektif Perkerasan Eksisting)

$$SN_{eff} = 0,0045D^3 \sqrt{Ep} \dots \dots \dots (2.23)$$

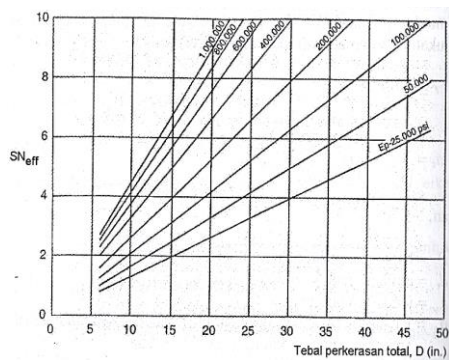
2. Penentuan SN_f

$$\log_{10} N_f = Z_R S_o + 9,36 \log_{10} (SN_f + 1) - 0,2 \dots \dots \dots (2.24)$$

$$+ \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1049}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07$$

3. Penentuan Tebal Lapis Tambahan

$$D_{OL} = \frac{(SN_f - SN_{eff})}{a_{ol}} \dots \dots \dots (2.31)$$



Bengkelman Beam dengan dua metode, yaitu metode Pd-T-05-2005-B dan metode AASHTO 1993.

- a. Metode Pd-T-05-2005-B, digunakan untuk menghitung:
 - Perhitungan Lalu Lintas (Analisa Lalu Lintas)
 - Perhitungan Lendutan
 - Perhitungan Tebal Lapis Tambah
- b. Metode AASHTO 1993, digunakan untuk menghitung:
 - Perhitungan Angka Struktural efektif
 - Perhitungan Angka Struktural lapis tambah
 - Perhitungan Tebal Lapis Tambah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Simpang Pelita Jaya - Piru, Kabupaten Seram Bagian Barat. Ruas Jalan Simpang Pelita Jaya – Piru terletak pada 128,118⁰ BT; 3,008⁰ LS sampai 128,183⁰ BT; 3,064⁰ LS dan memiliki panjang ruas 15,68 Km dengan titik referensi awal pada Simpang Tiga Pelita Jaya sampai titik referensi akhir di Simpang Empat Kota Piru. Ruas Jalan Sp. Pelita Jaya – Piru sejak tahun 2015 ditingkatkan statusnya menjadi Jalan Kolektor - 1 (JKP-1) dan penanganannya di kerjakan oleh Pemerintah Pusat dari status sebelumnya sebagai ruas jalan provinsi yang ditangani oleh pemerintah Provinsi Maluku.

4.2. Perhitungan Tebal Lapis Tambah (Overlay) dengan Metode Pd-T-05-2005-B

Diketahui :

- a) Lokasi : Ruas Jalan Simpang Pelita Jaya – Piru (Jalan Kolektor Primer)
- b) Lalu Lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 5 tahun
- c) Tebal lapis beraspal (Lapen) 6 cm
- d) Pelaksanaan pengujian pada musim kemarau
- e) Data – data lalu lintas :

Tabel 4.1 Data – data Lalu Lintas

Type Kendaraan	Keterangan Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan	
		2015 (Data Terlampir)	2016 (Data Terlampir)
Gol 1	Sepeda Motor	994	1054
Gol 2	Sedan	548	581
Gol 3	Mini Bus	80	85
Gol 4	Pick Up	91	96
Gol 5a	Bus Kecil	63	67
Gol 5b	Bus Besar	48	51
Gol 6a	Truk 2 As Sumbu Ringan	69	73
Gol 6b	Truk 2 As Sumbu Sedang	65	69
Gol 7a	Truk 3 As	0	0
Gol 7b	Truk 4 As	0	0
Gol 7c	Truk 4 As Trailer	0	0

Sumber : Data Perencanaan (P2JN Prov. Maluku)

Tabel 4.2 Nilai Lendutan Hasil Pengujian Bengkelman Beam

No	STA	Tp (°C)	Nilai Lendutan				Tu (°C)	Tt
			d1 (L = 0.0)	d2 (L = 0.2)	d3 (L = 2.4)	d4 (L = 6.0)		
1	0+000	41	0	0,45	0,46	0,71	27	
2	0+200	41	0	0,06	0,76	0,79	27	
3	0+400	41	0	0,03	0,16	0,73	27	
4	0+600	42	0	0,05	0,13	0,76	27	
5	0+800	41	0	0,76	0,53	0,74	27	
6	1+000	42	0	0,64	0,66	0,74	27	
7	1+200	40	0	0,32	0,25	0,78	27	
8	1+400	40	0	0,03	0,28	0,78	27	
9	1+600	40	0	0,03	0,55	0,78	27	
10	1+800	39	0	0,35	0,46	0,74	27	
11	2+000	39	0	0,33	0,08	0,75	27	
12	2+000	41	0	0,26	0,31	0,79	27	
13	2+200	42	0	0,24	0,22	0,78	27	
14	2+400	47	0	0,3	0,2	0,72	27	
15	2+600	49	0	0,22	0,2	0,78	27	
16	2+800	51	0	0,22	0,17	0,79	27	
17	3+000	50	0	0,2	0,13	0,82	27	
18	3+200	49	0	0,18	0,25	0,77	27	
19	3+400	49	0	0,16	0,28	0,7	27	
20	3+600	51	0	0,22	0,23	0,7	27	
21	3+800	51	0	0,13	0,4	0,73	27	
22	4+000	50	0	0,23	0,22	0,8	27	
23	4+200	47	0	0,15	0,23	0,84	27	
24	4+400	45	0	0,25	0,22	0,79	27	
25	4+600	46	0	0,15	0,41	0,74	27	

1. Mencari Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Untuk Sedan :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 581 \times 365 \times 0.0005 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 277.90\end{aligned}$$

Untuk Mini Bus :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 85 \times 365 \times 0.3006 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 27,089.45\end{aligned}$$

Untuk Pick Up :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 96 \times 365 \times 0.2174 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 22,130.68\end{aligned}$$

Untuk Bus Kecil :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 67 \times 365 \times 0.2174 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 15,445.37\end{aligned}$$

Untuk Bus Besar :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 51 \times 365 \times 0.3006 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 16,253.67\end{aligned}$$

Untuk Truck 2 As Sumbu Ringan :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 73 \times 365 \times 0.2174 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 16,828.54\end{aligned}$$

Untuk Truck 2 As Sumbu Sedang :

$$\begin{aligned}\text{Ekivalen beban sumbu} &= 69 \times 365 \times 2.4159 \times 0.5 \times 5.81 \\ &= 176,753.10\end{aligned}$$

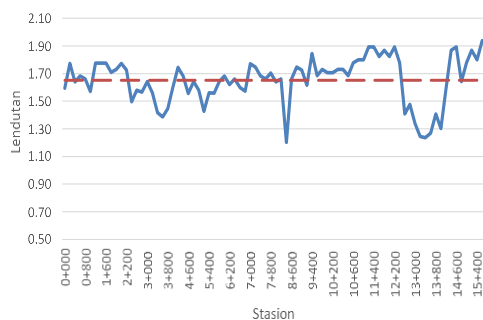
$$\begin{aligned}\text{Total CESA} &= 277.90 + 27,089.45 + 22,130.68 + 15,445.37 + 16,253.67 + \\ &\quad 16,828.54 + 176,753.10 \\ &= 274,778.71\end{aligned}$$

Jadi, CESA yang dipakai 274,778

Tabel 4.3 Nilai Lendutan Bengkelman Beam pada Ruas Jalan Simpang
Pelita Jaya – Piru

No	STA	Beban Uji (Ton)	Tp	Nilai Lendutan				Tu	Tu+Tp	Tt	Tb	TL
				d1	d2	d3	d4					
				(°C)	(L = 0.0)	(L = 0.2)	(L = 2.4)					
1	0+000	8,2	41	0	0,45	0,46	0,71	27	68	38	34	37,77
2	0+200	8,2	41	0	0,06	0,76	0,79	27	68	38	34	37,77
3	0+400	8,2	41	0	0,03	0,16	0,73	27	68	38	34	37,77
4	0+600	8,2	42	0	0,05	0,13	0,76	27	69	39	34	38,47
5	0+800	8,2	41	0	0,76	0,53	0,74	27	68	38	34	37,77
6	1+000	8,2	42	0	0,64	0,66	0,74	27	69	41	39	40,70
7	1+200	8,2	40	0	0,32	0,25	0,78	27	67	38	33	37,07
8	1+400	8,2	40	0	0,03	0,28	0,78	27	67	38	33	37,07
9	1+600	8,2	40	0	0,03	0,55	0,78	27	67	38	33	37,07
10	1+800	8,2	39	0	0,35	0,46	0,74	27	66	37	33	36,40
11	2+000	8,2	39	0	0,33	0,08	0,75	27	66	37	33	36,40
12	2+000	8,2	41	0	0,26	0,31	0,79	27	68	38	34	37,77

2. Keseragaman Lendutan



Gambar 4.1 Lendutan Bengkelman Beam Terkoreksi (dB)

Untuk memastikan tingkat keseragaman lendutan maka dihitung sebagai berikut:

$$FK = \left(\frac{s}{dR} \right) \times 100 \%$$

$$= \frac{0,164}{1,652} \times 100 \%$$

$$= 9,954$$

Jadi, 9,954 < FK < 30 berarti keseragaman lendutan cukup baik

3. Lendutan Wakil (Dwakil atau Dsbl ov) untuk jalan kolektor primer

$$\begin{aligned}D_{\text{wakil}} \text{ atau } D_{\text{sbl ov}} &= dR + 1,64 S \\ &= 1,652 + 1,64 \times 0,164 \\ &= 1,922 \text{ mm}\end{aligned}$$

4. Lendutan Rencana untuk Jalan kolektor Primer

$$\begin{aligned}D_{\text{rencana}} \text{ atau } D_{\text{stl ov}} &= 22,208 \times \text{CESA}^{-0,2307} \\ &= 22,208 \times 274.778,71^{-0,2307} \\ &= 1,24 \text{ mm}\end{aligned}$$

5. Menghitung Tebal Lapis Tambah

$$\begin{aligned}H_o &= \{Ln(1,0364) + Ln(D_{\text{sbl ov}}) - Ln(D_{\text{stl ov}})\} / 0,0597 \\ &= \{Ln(1,0364) + Ln(1,922) - Ln(1,24)\} / 0,0597 \\ &= 8,002 \sim 8,0 \text{ cm}\end{aligned}$$

6. Menentukan Koreksi Tebal Lapis Tambah

Lokasi ruas Sp. Pelita Jaya – Piru, diperoleh Temperatur rata – rata tahunan (TPRT) = 35 °C, Faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) diperoleh :

$$\begin{aligned}Fo &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \\ &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 35)} \\ &= 1,0\end{aligned}$$

7. Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi

$$\begin{aligned}H_t &= H_o \times Fo \\ &= 8,0 \times 1,0 \\ &= 8,0 \text{ cm (Laston dengan Modulus Resilien 2000 MPa dengan stabilitas Marshall minimum sebesar 800 kg)}\end{aligned}$$

8. Menghitung Tebal Lapis Tambah (Overlay) terkoreksi untuk Laston dan Laston Modifikasi

Untuk Laston

$$\begin{aligned}H_t &= H_o \times FK_{\text{TBL}} \\ &= 8,0 \times 1,23 \\ &= 9,77 \sim 10 \text{ cm}\end{aligned}$$

Untuk laston modifikasi

$$\begin{aligned}H_t &= H_o \times FK_{\text{TBL}} \\ &= 8,0 \times 0,85\end{aligned}$$

$$= 6,75 \sim 7 \text{ cm}$$

LAPIS ASPAL BETON	8 Cm
LAPEN	6 Cm
AGGREGAT KELAS A	15 Cm
AGGREGAT KELAS B	15 Cm

Gambar 4.2. Hasil Perhitungan PD-T-05-2005-B untuk Lapis Aspal Beton

LAPIS TIPIS ASPAL BETON	10 Cm
LAPEN	6 Cm
AGGREGAT KELAS A	15 Cm
AGGREGAT KELAS B	15 Cm

Gambar 4.3. Hasil Perhitungan PD-T-05-2005-B untuk Lapis Tipis Aspal Beton

LAPIS ASPAL BETON MODIFIKASI	7 Cm
LAPEN	6 Cm
AGGREGAT KELAS A	15 Cm
AGGREGAT KELAS B	15 Cm

Gambar 4.4. Hasil Perhitungan PD-T-05-2005-B untuk Lapis Aspal Beton Modifikasi

4.3. Perhitungan Tebal Lapis Tambah dengan Metode AASHTO 1993

Pengukuran dengan metode lendutan di Indonesia banyak menggunakan alat Bengkelman Beam selain mudah diaplikasikan alat ini mudah didapatkan di pasaran hal ini berbeda dengan alat FWD yang sangat sulit didapatkan disamping harganya yang mahal. Sehingga untuk mengukur ketebalan lapis tambah dengan metode AASHTO 1993 perlu dikonversikan ke nilai setara FWD dengan mengalikan nilai tersebut dengan faktor standarisasi berdasarkan Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017) pada tabel 2.8, sehingga nilai lendutan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Nilai Lendutan Terkoreksi Bengkelman Beam ke FWD (Lanjutan)

No	STA	Nilai Faktor Penyesuaian BB ke FWD (untuk ketebalan aspal 60 mm; Tabel 2.8)	Nilai BB (d4)	Nilai Penyesuaian BB ke FWD	
				mm	Inchi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5=3x4)	(6)
68	12+800	0,86	0,640	0,550	0,022
69	13+000	0,86	0,580	0,499	0,020
70	13+200	0,86	0,540	0,464	0,018
71	13+400	0,86	0,550	0,473	0,019
72	13+600	0,86	0,550	0,473	0,019
78	14+800	0,86	0,820	0,705	0,028
79	15+000	0,86	0,770	0,662	0,026
80	15+200	0,86	0,810	0,697	0,027
81	15+400	0,86	0,780	0,671	0,026
82	15+600	0,86	0,840	0,722	0,028

Sumber: Hasil Analisa

1. Menghitung Nilai Modulus Resilient Tanah Dasar

$$M_R = \frac{0.24P}{d_r r}$$

$$M_R = \frac{0.24 \times 18081}{0.024058 \times 236.4} = 763.02 \text{ psi}$$

2. Modulus Efektif Perkerasan (Ep)

$$d_o = 1.5pa \left[\frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}}}{E_p} \right]$$

$$0.024058 = 1.5 \times 57 \times 316 \left[\frac{1}{763.02 \sqrt{1 + \left(\frac{14.2}{10} \sqrt{\frac{E_p}{763.02}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{14.2}{10} \right)^2}}}{E_p} \right]$$

$$0.024058 = 858 (0.0001 + 0.423787) E_p$$

$$E_p = 363.797 / 0.024058$$

$$= 15,121.89 \text{ psi}$$

3. Menghitung angka struktural efektif perkerasan eksisting yang akan diberi lapis tambah (S_{Neff})

$$S_{Neff} = 0.0045D^3 \sqrt{E_p}$$

$$S_{Neff} = 0.0045 \times 14.2^3 \sqrt{15,121.89}$$

$$S_{Neff} = 1.58$$

4. Menghitung Tebal Lapis Tambahan

$$D_{OL} = \frac{(S_{Nf} - S_{Neff})}{a_{OL}} = \frac{4.8 - 1.58}{0.44} = 7.32 \text{ inch}$$

Jadi tebal lapis tambah, $D_{OL} = 7.32 \text{ inch} = 18.6 \text{ cm}$

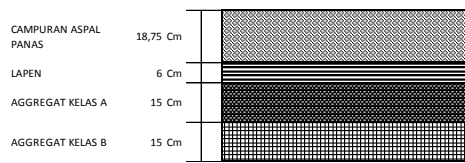
Untuk perhitungan Sta. 00+200 – Sta. 15+600 secara berturut – turut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.5 Perhitungan Tebal Lapis Tambah dengan Metode AASHTO 1993 (Lanjutan)

No	STA	Nilai Penyesuaian BB ke FWD (d4)		MR	EP	S _{Neff}	S _{Nf}	a _{OL}	D _{OL}
		mm	inchi						
54	10+000	0,654	0,026	712,82	14.127,03	1,54	4,8	0,44	7,40 Inchi
55	10+200	0,654	0,026	712,82	14.127,03	1,54	4,8	0,44	7,40 Inchi
56	10+400	0,636	0,025	732,08	14.508,84	1,56	4,8	0,44	7,37 Inchi
57	10+600	0,662	0,026	703,56	13.943,56	1,54	4,8	0,44	7,42 Inchi
58	10+800	0,671	0,026	694,54	13.764,80	1,53	4,8	0,44	7,43 Inchi
59	11+000	0,671	0,026	694,54	13.764,80	1,53	4,8	0,44	7,43 Inchi
60	11+200	0,705	0,028	660,66	13.093,34	1,50	4,8	0,44	7,49 Inchi
68	12+800	0,550	0,022	846,47	16.775,85	1,63	4,8	0,44	7,20 Inchi
69	13+000	0,499	0,020	934,04	18.511,28	1,69	4,8	0,44	7,07 Inchi
70	13+200	0,464	0,018	1003,22	19.882,49	1,73	4,8	0,44	6,98 Inchi
71	13+400	0,473	0,019	984,98	19.520,99	1,72	4,8	0,44	7,00 Inchi
72	13+600	0,473	0,019	984,98	19.520,99	1,72	4,8	0,44	7,00 Inchi
73	13+800	0,525	0,021	888,10	17.600,89	1,66	4,8	0,44	7,14 Inchi
74	14+000	0,499	0,020	934,04	18.511,28	1,69	4,8	0,44	7,07 Inchi
75	14+200	0,593	0,023	785,13	15.560,21	1,59	4,8	0,44	7,29 Inchi
76	14+400	0,697	0,027	668,82	13.254,99	1,51	4,8	0,44	7,48 Inchi
77	14+600	0,705	0,028	660,66	13.093,34	1,50	4,8	0,44	7,49 Inchi
78	14+800	0,705	0,028	660,66	13.093,34	1,50	4,8	0,44	7,49 Inchi
79	15+000	0,662	0,026	703,56	13.943,56	1,54	4,8	0,44	7,42 Inchi
80	15+200	0,697	0,027	668,82	13.254,99	1,51	4,8	0,44	7,48 Inchi
81	15+400	0,671	0,026	694,54	13.764,80	1,53	4,8	0,44	7,43 Inchi
82	15+600	0,722	0,028	644,93	12.781,59	1,49	4,8	0,44	7,52 Inchi
RATA - RATA									7,38 Inchi

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa diatas, perhitungan tebal lapis tambah dengan menggunakan metode AASHTO 1993 diambil nilai rata – rata sebesar 7,38 inchi atau 18,75 cm.



Gambar 4.5. Hasil perhitungan metode AASHTO 1993

Dan berdasarkan hasil perhitungan diatas, disajikan rekapitulasi perhitungan berdasarkan metode Pd-T-05-2005-B dan AASHTO 1993 adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Metode Pd-T-05-2005-B dan AASHTO 1993

No	Metode	Bahan Perkerasan	Ketebalan Berdasarkan Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Pd-T-05-2005-B	Lapis Aspal Beton	8,00 Cm	
		Lapis Tipis Aspal Beton	10,00 Cm	
		Lapis Modifikasi Beton	7 Cm	
2	AASHTO 1993	Campuran Aspal Panas (HRS/AC)	18,75 Cm	

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa, dapat disimpulkan bahwa metode Pd-T-05-2005-B merupakan metode yang efisien untuk ruas jalan Simpang Pelita Jaya – Piru. Tingkat efisien dari metode Pd-T-05-2005-B dilihat dari ketebalan minimumnya yang dapat mengimbangi beban lalu lintas masa datang.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis ambil dari penelitian ini adalah :

1. Dalam analisa tebal lapis tambah dengan menggunakan metode Pd-T-05-2005-B didapat tebal perkerasan sebesar:
8 cm untuk Laston,
10 cm untuk Lataston dan
7 cm untuk Laston modifikasi.
Untuk perencanaan tebal lapis tambah dengan metode AASHTO 1993 diperoleh tebal lapis tambah perkerasan sebesar 18,75 cm dengan jenis perkerasan campuran aspal panas gradasi padat.
2. Sehingga tebal perkerasan yang efisien untuk ruas Simpang Pelita Jaya – Piru adalah dengan menggunakan metode Bina Marga Pd-T-05-2005-B

5.2. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah agar dalam penentuan program penanganan pekerjaan jalan segera dapat ditangani sebelum masa umur layanan jalan terpenuhi atau mengalami penurunan akibat beban berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO),1993. *Guide for The Design of Pavement Structures*. Washington DC: AASHTO.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005. *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan (Pd-T-05-2005-B)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017. *Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, H. C., 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2004. *Undang - Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2006. *Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.