

EVALUASI STRUKTURAL PERKERASAN LENTUR MENGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN METODE ASPHALT INSTITUTE (Studi Kasus : Jalan Pantura, Bts. Kota Pamanukan - Sewo)

Putri Firgita Pratami¹, Eri Susanto Hariyadi²

¹Alumni Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Email: putrifirgita05@gmail.com

²Staf Pengajar, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, E-mail: erisdi@yahoo.com

ABSTRAK

Jalan Nasional PANTURA Ruas Bts. Kota Pamanukan – Sewo merupakan jalan Nasional dengan volume lalu lintas yang tinggi, sehingga perlu dilakukan pemeliharaan jalan berupa penambahan tebal *overlay*. Dua metode digunakan untuk perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*), yaitu metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 dan metode Asphalt Institute. Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas parameter terhadap tebal *overlay* untuk masing-masing metode untuk melihat parameter-parameter apa saja yang menyebabkan perbedaan hasil tebal *overlay*. Parameter - parameter yang harus diperhatikan dalam melakukan analisis pada metode MDPJ 2017 adalah nilai *temperature adjustment factor* dan *reliability factor* dikarenakan kedua parameter ini memberikan pengaruh kepada parameter-parameter lain, seperti nilai lendutan, modulus resilien tanah dasar, modulus efektif di atas tanah dasar dan beban lalu lintas yang diijinkan. Sedangkan pada metode Asphalt Institute nilai parameter *critical period* memberikan pengaruh yang signifikan. Dikarenakan *critical period* merupakan parameter yang sensitif, maka dalam Asphalt Institute perlu disesuaikan tabel yang terkait penentuan nilai parameter tersebut. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas parameter terhadap tebal *overlay* pada kedua metode, maka penentuan nilai parameter yang digunakan harus diperhatikan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang diinginkan.

Kata Kunci : Analisis sensitivitas parameter, Tebal *overlay*.

1. PENDAHULUAN

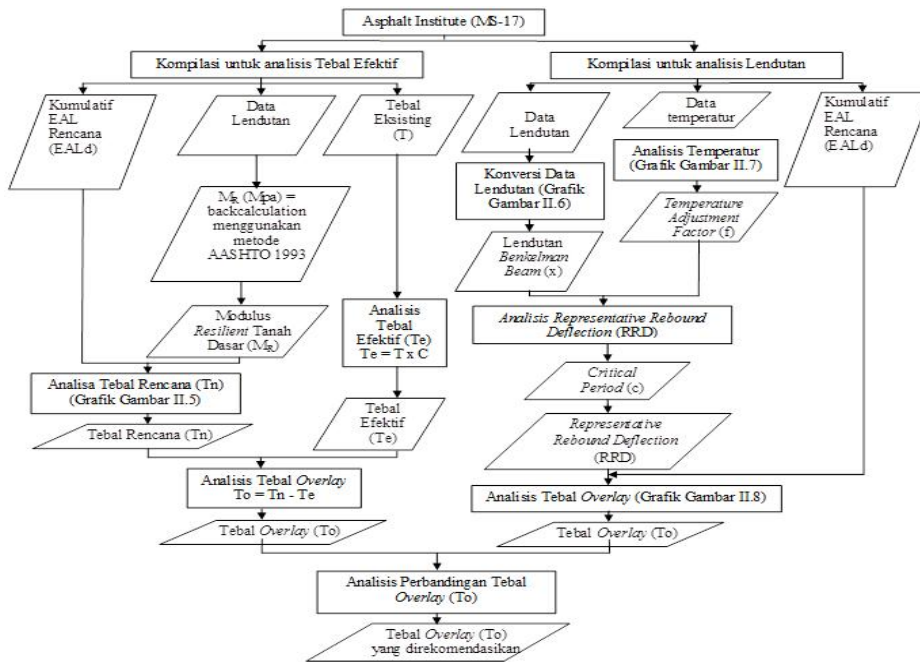
Ruas jalan Pamanukan – Sewo yang berada di jalur Pantura merupakan jalan nasional yang mempunyai volume lalu lintas yang sangat tinggi. Untuk mempertahankan kondisi struktural maupun kondisi fungsional perlu dilakukan pemeliharaan jalan dengan jangka waktu rutin atau berkala sesuai dengan kondisi dan kurun waktu tertentu berupa penambahan tebal *overlay*. Terdapat berbagai macam metode dan pendekatan dari berbagai macam negara yang dapat digunakan untuk perhitungan tebal *overlay*. Metode dan pendekatan dari berbagai macam negara ini tentunya menghasilkan hasil tebal lapis tambah yang berbeda berdasarkan jenis material dan kondisi geografis negara tersebut. Banyak penelitian di Indonesia yang sudah dilakukan untuk membandingkan berbagai macam metode dan pendekatan, khususnya pada jalur Pantura. Beberapa penelitian terdahulu merekomendasikan tebal *overlay* yang tipis menjadi pilihan yang baik dan optimal. Tebal *overlay* perhitungan Bina Marga 2013 lebih tipis dibandingkan dengan perhitungan AASHTO 1993 untuk asumsi pemodelan yang sama (Aji, 2015). Tebal lapis tambah yang menggunakan metode Asphalt Institute memiliki hasil yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode AASHTO 1993 (Marshal, 2016). Akan tetapi, tebal *overlay* yang lebih tipis belum tentu menjadi pilihan yang lebih baik dan pada penelitian-penelitian terdahulu tidak dianalisis secara lebih lanjut parameter-parameter apa saja yang menyebabkan perbedaan tebal *overlay* yang didapatkan.

Maka topik utama dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi struktural perkerasan jalan eksisting dan membandingkan metode tebal lapis tambah, melalui pendekatan-pendekatan dua metode, yaitu metode Asphalt Institute dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 sebagai pembanding agar diketahui

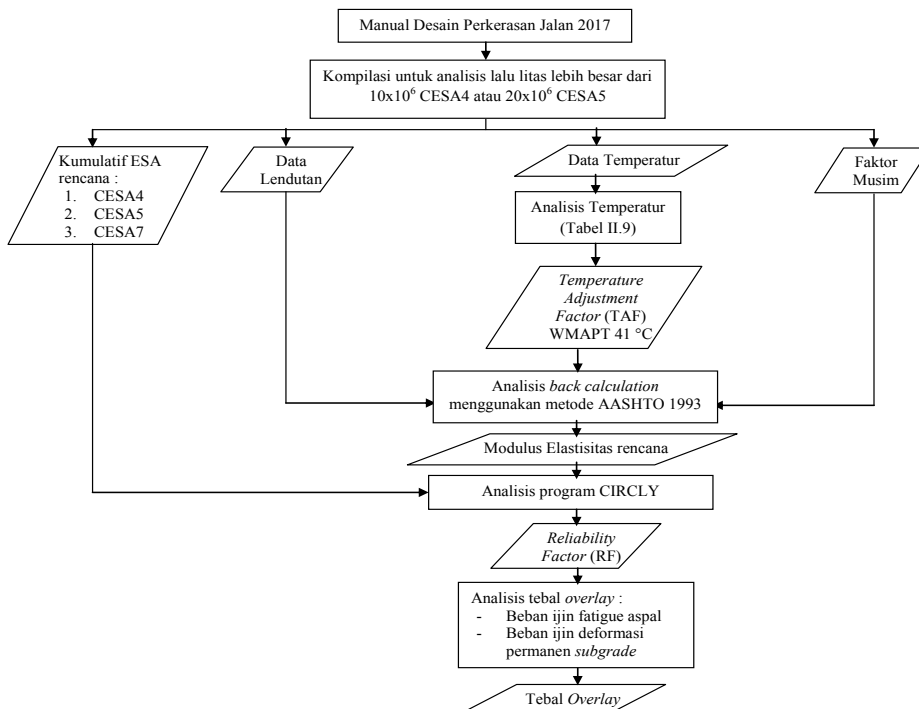
parameter-parameter apa saja yang menyebabkan perbedaan hasil perhitungan antara kedua metode untuk selanjutnya dilakukan rekomendasi diantara kedua metode.

2. TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan Penelitian dijabarkan dalam bagan alir yang dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Bagan Alir Perhitungan Menggunakan Metode Asphalt Institute



Gambar 2. Bagan Alir Perhitungan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

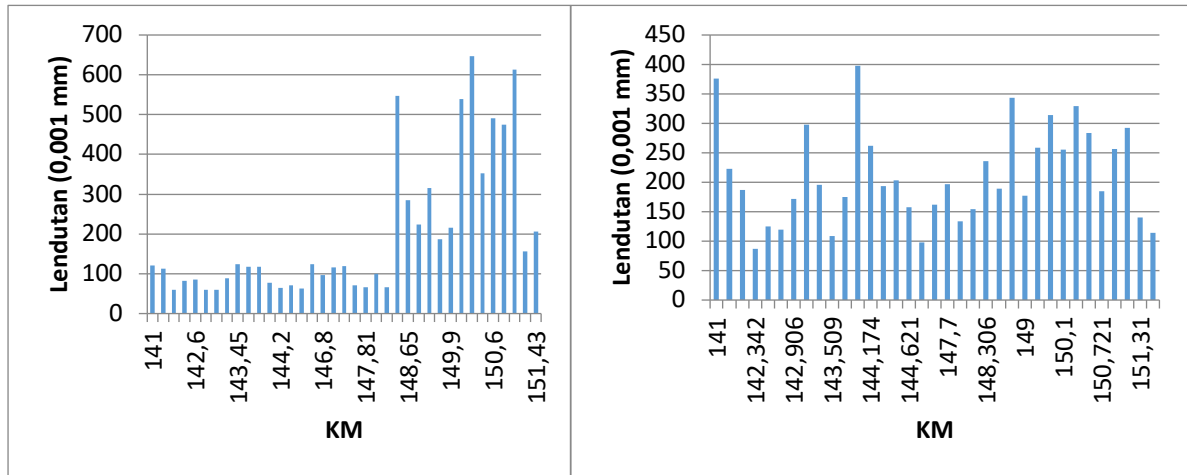
3. PENYAJIAN DATA DAN ANALISIS TEBAL *OVERLAY*

3.1 Data Ruas Jalan Pamanukan – Sewo, Pantura.

Adapun data-data yang dibutuhkan untuk menganalisis tebal lapis tambah perkerasan lentur adalah sebagai berikut:

A. Data Lendutan dari Alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*

Data lendutan dari alat FWD yang digunakan adalah data pada tahun 2013 Ruas Jalan Pamanukan - Sewo yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber : SNVT P2JN Provinsi Jawa Barat, 2015

Gambar 3. Data lendutan di Ruas Jalan Pamanukan - Sewo

B. Data LHR Ruas Jalan Pamanukan - Sewo

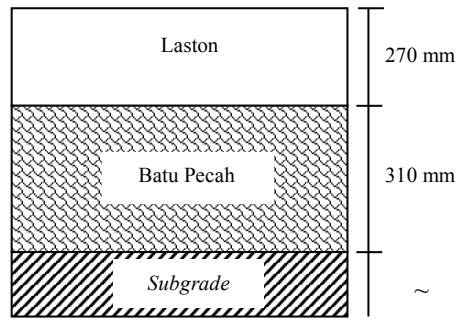
Data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada Ruas Jalan Pamanukan - Sewo yang digunakan adalah data tahun 2013 dan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Data volume lalu lintas tahun 2013 - 2015 ruas Jalan Pamanukan – Sewo (SNVT P2JN Provinsi Jawa Barat, 2015)

Jenis Kendaraan	2013	2014	2015
Golongan 2	7244	6172	6073
Golongan 3	1719	1420	1561
Golongan 4	2771	2535	2686
Golongan 5a	118	163	546
Golongan 5b	1039	1206	2470
Golongan 6a	2787	3895	1235
Golongan 6b	5230	6104	4716
Golongan 7a	2259	2859	3790
Golongan 7b	457	424	1523
Golongan 7c	1693	1344	2948

C. Data Tebal Perkerasan

Data struktur perkerasan eksisting ruas jalan Pamanukan - Sewo menggunakan perkerasan lentur dengan panjang jalan 11,13 km. Lapis struktur perkerasan jalan eksisting untuk ruas jalan Pamanukan - Sewo terdiri dari sebagai berikut:



Sumber : SNVT P2JN Provinsi DKI Jakarta, 2013

Gambar 4. Struktur perkerasan eksisting ruas jalan Pamanukan – Sewo (P2JN Provinsi Jawa Barat, 2015)

3.2 Analisis Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Tahapan dalam memperoleh tebal lapis tambah perkerasan lentur menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 adalah sebagai berikut:

A. Perhitungan Kumulatif ESA

Kinerja perkerasan lentur dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya faktor kelelahan aspal dan faktor perubahan bentuk (*rutting*) dimana tidak semua faktor tersebut tercakup di dalam perhitungan beban lalu lintas pangkat⁴ atau ESA4. Oleh karena itu diperlukan perhitungan analisa lanjutan untuk mengkoreksi ESA4 untuk masing-masing jenis faktor kerusakan.

Tabel 2. Rekap nilai CESA4, CESA5, dan CESA7 Ruas Pamanukan – Sewo lajur lambat

Tahun	Kumulatif CESA4	Kumulatif CESA5	Kumulatif CESA7
2015	1,459,492.12	1,530,210.55	2,224,186.14
2016	2,980,136.97	3,124,536.92	4,541,565.69
2017	4,564,496.83	4,785,665.57	6,956,043.43
2018	6,215,241.37	6,516,395.51	9,471,687.80
2019	7,935,152.11	8,319,643.03	12,092,737.66
2020	9,720,217.55	10,191,202.27	14,813,079.72

Tabel 3. Rekap nilai CESA4, CESA5, dan CESA7 Ruas Pamanukan – Sewo lajur lambat

Tahun	Kumulatif CESA4	Kumulatif CESA5	Kumulatif CESA7
2015	5,078,235.99	5,324,297.51	7,738,953.80
2016	10,369,250.07	10,871,683.10	15,802,169.77
2017	15,881,957.63	16,651,504.13	24,203,234.49
2018	21,625,647.65	22,673,499.67	32,956,303.81
2019	27,609,998.27	28,947,816.82	42,076,126.75
2020	33,821,051.69	35,459,821.45	51,541,432.33

B. Analisis Lendutan

Temperatur perkerasan harian pada suatu lokasi dipengaruhi oleh temperatur perkerasan tahunan rata-rata (*Weighted Mean Annual Pavement Temperature* = WMAPT). Secara umum, temperatur perkerasan tahunan rata-rata di Indonesia adalah 42 °C di daerah pesisir dan 38 °C pada daerah pegunungan. Temperatur rata-rata yang digunakan sebagai acuan dalam analisis untuk Indonesia diambil 41°C. Modulus *resilient* tanah dasar dihitung dengan *back calculated*. Dalam perhitungan nilai M_R , harus dipenuhi persyaratan jarak sensor *geophone* pada pengujian FWD yaitu $r_9 = 1500$ mm dari pusat beban, lebih besar atau sama dengan nilai 0,7 jari-jari cekungan tegangan pada subgrade ($r \geq 0,7 a_c$). AASHTO 1993 menyarankan agar nilai M_R hasil dari *back calculated*

menyerupai desain, maka sebaiknya dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0,33. Dari perhitungan nilai M_R dan E_p , selanjutnya untuk menghitung besarnya lapis tambah, ditentukan beberapa modulus elastisitas rencana yang digunakan untuk menentukan nilai maksimum *horizontal tensile strain* dan maksimum *vertical compressive strain* dengan program CIRCLY.

Dikarenakan adanya beban lalu lintas yang lewat pada perkerasan eksisting dan pengaruh dari lalu lintas, maka nilai modulus rencana pada lapisan aspal sudah dianggap tidak memenuhi nilai presuntif modulus aspal pada saat desain awal, maka nilai poisson rasio untuk aspal yang mengalami retak leleh adalah 0,35. Modulus elastisitas rencana untuk perhitungan tebal lapis tambah dirangkum dalam tabel 4 dan tabel 5 dibawah, dan nilai ini selanjutnya menjadi *input* dalam perhitungan *trial and error* tebal kebutuhan lapis perkerasan (*overlay*) dengan menggunakan bantuan program CIRCLY.

Tabel 4. Modulus elastisitas rencana lapis perkerasan untuk sistem perkerasan 2 lapis *input* program CIRCLY pada lajur lambat

Lapisan	Tebal (mm)	Vertikal Modulus (MPa)	Horizontal Modulus (Mpa)	Poisson Ratio
Segmen 1				
Lapis Permukaan	270	415	415	0.35
<i>Subgrade</i>	<i>Semi-Infinite</i>	55	27.5	0.45
Segmen 2				
Lapis Permukaan	270	463	463	0.35
<i>Subgrade</i>	<i>Semi-Infinite</i>	46	23	0.45
Segmen 3				
Lapis Permukaan	270	70	70	0.35
<i>Subgrade</i>	<i>Semi-Infinite</i>	44	22	0.45

Tabel 5. Modulus elastisitas rencana lapis perkerasan untuk sistem perkerasan 2 lapis *input* program CIRCLY pada lajur cepat

Lapisan	Tebal (mm)	Vertikal Modulus (MPa)	Horizontal Modulus (Mpa)	Poisson Ratio
Segmen 1				
Lapis Permukaan	270	185	185	0.35
<i>Subgrade</i>	<i>Semi-Infinite</i>	75	37.5	0.45
Segmen 2				
Lapis Permukaan	270	215	215	0.35
<i>Subgrade</i>	<i>Semi-Infinite</i>	64	32	0.45
Segmen 3				
Lapis Permukaan	270	145	145	0.35
<i>Subgrade</i>	<i>Semi-Infinite</i>	71	35.5	0.45

C. Analisis Tebal *Overlay*

Hasil dari *output* program CIRCLY dan perhitungan beban ijin untuk kriteria retak leleh aspal dan deformasi permanen serta *trial and error* tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*) ditunjukkan Tabel 6.

Tabel 6. Nilai beban ijin dan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*) untuk sistem perkerasaan 2 lapis segmentasi M_R output program CIRCLY.

No.	Fatigue Kriteria		DP Kriteria	N Fatigue (CESA5)	N Deformasi Permanen (CESA7)	Tebal <i>Overlay</i> (mm)	Kontrol CESA5 dan CESA7
	Smix	$\mu\epsilon$	$\mu\epsilon$				
1	618	519	1020	5.07.E+05	5.24.E+06	0	Not OK
2	618	308	613	6.89.E+06	1.85.E+08	110	Not OK
3	618	295	589	8.55.E+06	2.45.E+08	120	Not OK
4	618	283	566	1.05.E+07	3.23.E+08	130	OK
5	618	271	545	1.31.E+07	4.21.E+08	140	OK

Tabel 7. Rekapitulasi hasil perhitungan tebal lapis tambah metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dengan segmentasi M_R

Lajur	Tebal <i>Overlay</i> (mm)		
	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3
Lajur Lambat	140	150	280
Lajur Cepat	240	250	260

3.3 Analisis Menggunakan Metode Asphalt Institute – Prosedur Tebal Efektif

Analisis ini dimaksud untuk memperhitungkan besar nilai tebal efektif (T_e) setiap lapisan perkerasan eksisting yang kemudian dikonversikan ke dalam tebal ekuivalen aspal beton. Selanjutnya menghitung tebal rencana (T_n) berdasarkan beban lalu lintas dan daya dukung tanah dari struktur perkerasan yang kemudian digunakan untuk menghitung tebal *overlay* yang diperlukan. Struktur perkerasan beton semen dinilai sebagai aspal beton yang dinyatakan dengan tebal efektif (T_e) dari perkerasan beton tersebut. Tebal efektif (T_e) setiap lapisan perkerasan yang ada harus dikonversikan dengan faktor konversi (F_k) ke dalam tebal ekuivalen aspal beton.

Hasil perhitungan modulus reaksi tanah dasar sebelumnya pada masing – masing segmen dan lajur dipilih nilai modulus reaksi tanah dasar (M_R) yang paling kritis/minimum. Pemilihan nilai modulus reaksi tanah dasar (M_R) yang paling kritis/minimum tersebut diharapkan dapat mewakili seluruh daya dukung pada ruas yang ditinjau pada masing – masing segmen. Kemudian nilai modulus reaksi tanah dasar tersebut akan dihubungkan dengan nilai beban lalu lintas rencana (EAL_d). Pada analisis ini, tebal rencana/desain (T_n) ditentukan berdasarkan grafik hubungan antara beban lalu lintas rencana (EAL_d) dan modulus reaksi tanah dasar (M_R). Hasil dari perhitungan tebal *overlay* untuk ruas Pamanukan – Sewo dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Resume tebal *overlay* Ruas Pamanukan – Sewo prosedur tebal efektif

Segmen	T_e	T_n	T_o
	(mm)	(mm)	(mm)
Lajur Lambat			
I	220	335	115
II	220	346	126
III	166	348	182
Lajur Cepat			
I	166	378	212
II	166	390	224
III	166	381	215

3.4 Analisis Menggunakan Metode Asphalt Institute – Prosedur Lendutan

Seluruh analisis perhitungan manual menggunakan prosedur ini berdasarkan tes lendutan menggunakan alat *benkelman beam*. Oleh karena itu, dalam perhitungan tebal lapis tambah menggunakan prosedur lendutan perlu dilakukan koreksi nilai lendutan yang didapatkan melalui alat FWD. Nilai lendutan yang diukur menggunakan alat FWD dikonversikan terlebih dahulu ke lendutan *benkelman beam*.

Nilai lendutan perkerasan digunakan untuk menentukan RRD untuk setiap bagian desain. Nilai RRD merupakan nilai rata-rata lendutan yang dikalikan dengan *temperature adjustment factor* (TAF) berdasarkan temperatur standar 21 °C (70 °F), dan jika diperlukan, *critical period adjustment factor*, ditambah dua kali standar deviasi. Jika desain perkerasan merupakan perkerasan dua lapis, maka tebal pondasi dianggap 0 mm (0 in.). Nilai *temperature adjustment factor* untuk lajur lambat sebesar 0,54 dan lajur cepat sebesar 0,37. Nilai *critical period adjustment factor* (c) yang pada umumnya digunakan adalah 1,0. Nilai RRD setiap segemen yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya dimasukkan ke dalam grafik Hubungan RRD dan EAL_d. EAL_d adalah desain lalu lintas di masa yang akan datang (5 tahun) setelah dilakukan *overlay*. Berikut adalah resume tebal lapis tambah prosedur lendutan :

Tabel 9. Resume tebal *overlay* Ruas Pamanukan – Sewo prosedur lendutan

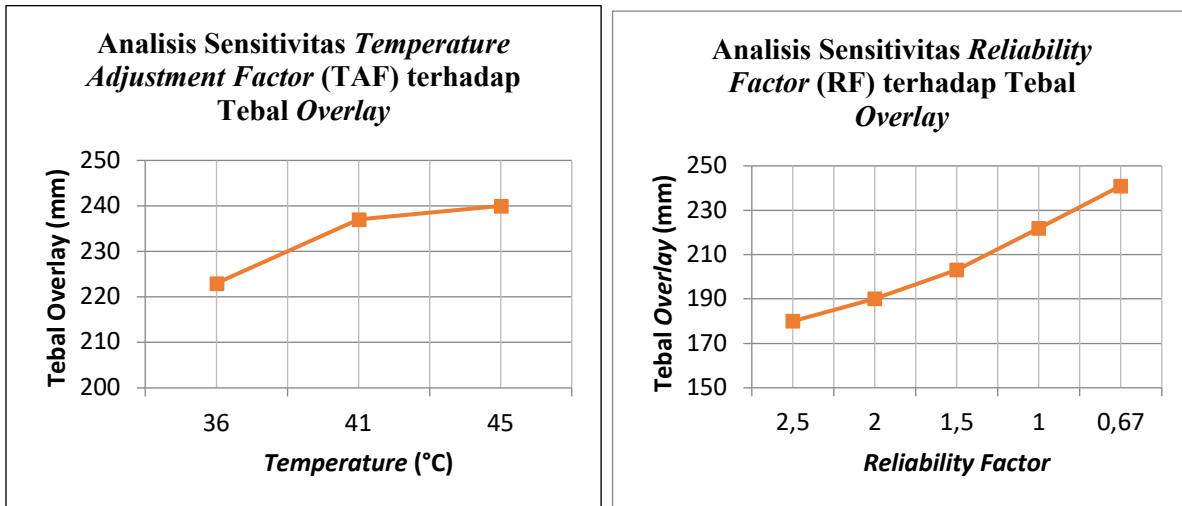
Segmen	RRD	Tebal Overlay
		(mm)
Lajur Lambat		
1	0.38	166
2	0.51	173
3	0.49	285
Lajur Cepat		
1	2.46	305
2	2.14	275
3	260	320

Dari hasil tebal *overlay* prosedur tebal efektif dan prosedur lendutan pada tabel 8 dan tabel 9, diketahui bahwa tebal *overlay* yang didapatkan pada prosedur lendutan jauh lebih tebal dibandingkan tebal *overlay* pada prosedur tebal efektif. Hal ini dikarenakan nilai lendutan yang digunakan adalah nilai lendutan hasil konversi dari *dynaffect* ke *benkelman beam*, bukan nilai lendutan *benkelman beam* yang sebenarnya di lapangan.

3.5 Analisis Sensitivitas Parameter terhadap Tebal *Overlay*

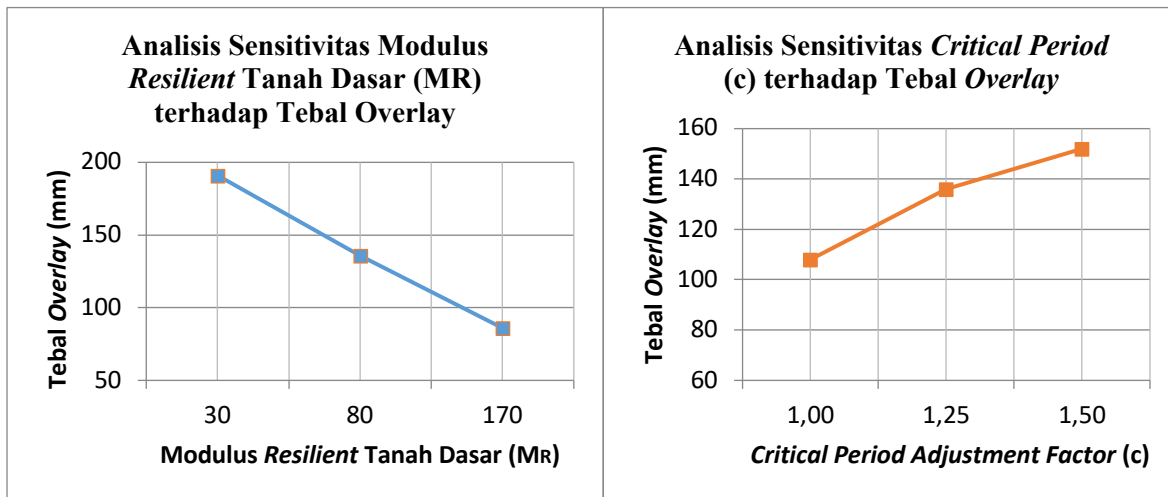
Temperature adjustment factor (TAF) mempengaruhi parameter lendutan. Semakin tinggi *weighted mean annual pavement temperature* (WMAPT), maka nilai *temperature adjustment factor* (TAF) juga mengalami peningkatan. Semakin tinggi nilai *temperature adjustment factor* (TAF) maka nilai lendutan terkoreksi juga semakin meningkat.

Parameter lain yang juga dipengaruhi oleh *temperature adjustment factor* (TAF) ini adalah modulus *resilient* tanah dasar (M_R), modulus efektif diatas tanah dasar (E_p) dan modulus aspal campuran (S_{mix}). Hal ini dikarenakan dalam perhitungan *back calculation* modulus *resilient* tanah dasar (M_R) dibutuhkan nilai lendutan d_9 yang telah dikoreksi dengan nilai *temperature adjustment factor* (TAF). Sedangkan dalam perhitungan modulus efektif diatas tanah dasar (E_p) dibutuhkan nilai modulus *resilient* tanah dasar (M_R) dan nilai lendutan d_1 yang telah dikoreksi dengan nilai *temperature adjustment factor* (TAF). Semakin besar nilai lendutan terkoreksi akibat kenaikan nilai temperatur, maka nilai modulus *resilient* tanah dasar (M_R) dan modulus efektif diatas tanah dasar (E_p) semakin kecil. Nilai modulus campuran (S_{mix}) merupakan fungsi dari nilai kekakuan bitumen (S_{bit}), dimana nilai S_{bit} ini juga sangat dipengaruhi oleh temperatur. Karena perbedaan parameter-parameter tersebut, maka tebal *overlay* juga menjadi lebih bervariasi pada setiap variasi kenaikan temperatur.



Gambar 5. Grafik analisis sensitivitas parameter terhadap tebal overlay untuk metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Parameter *reliability factor* (RF) berpengaruh pada *output* regangan mikron program CIRCLY dimana nilai tersebut digunakan dalam perhitungan beban ijin untuk mencegah retak lelah (*N fatigue* aspal). Semakin besar nilai *reliability factor* (RF), maka *horizontal tensile strain* yang didapatkan untuk perhitungan beban yang diijinkan juga semakin besar.



Gambar 6. Grafik analisis sensitivitas parameter terhadap tebal overlay untuk metode Asphalt Institute

Dapat dilihat juga dari tabel diatas bahwa kondisi tanah *poor soil material* ($MR = 30Mpa$) membutuhkan tebal overlay yang lebih besar dikarenakan *poor soil material* merupakan jenis tanah lempung dan platis sehingga daya dukung tanah dasarnya relatif rendah. Kondisi tanah *good material* membutuhkan tebal overlay yang lebih kecil dikarenakan daya dukung tanah dasarnya relatif besar.

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk waktu pengujian bulan Januari sampai Maret dibutuhkan tebal overlay yang lebih kecil dari pada waktu pengujian bulan Juni sampai September. Hal ini dikarenakan nilai *critical period* cukup berpengaruh terhadap nilai *representative rebound deflection* (RRD) yang sangat besar pengaruhnya terhadap tebal overlay.

3.6 Rekomendasi dalam mendesain tebal *overlay* di Indonesia

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan rekomendasi dalam mendesain tebal *overlay* menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 dan metode Asphalt Institute. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas parameter yang telah dilakukan, parameter-parameter yang harus diperhatikan dalam mendesain tebal *overlay* untuk kondisi di Indonesia yaitu parameter *temperature adjustment factor* (TAF) dan parameter periode waktu pengujian (*critical period*). Periode waktu pengujian yang ditetapkan pada metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 hanya dua (2) periode waktu saja, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Sedangkan periode waktu pengujian yang ditetapkan pada metode Asphalt Institute ada empat (4) periode waktu sesuai dengan jumlah empat musim di negara tersebut. Sehingga penetapan nilai *critical period* pada metode Asphalt Institute kurang akurat dengan kondisi musim yang ada di Indonesia.

Penetapan nilai TAF pada metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 berdasarkan temperatur tahunan rata-rata Indonesia yaitu 41° C. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas parameter *temperature adjustment factor* yang telah dilakukan dengan asumsi temperatur tahunan rata-rata di tiga daerah dengan temperatur rendah (daerah pegunungan), sedang (temperatur rata-rata tahunan Indonesia secara keseluruhan) dan tinggi (daerah pesisir pantai) bahwa tebal *overlay* yang didapatkan sangat bervariasi dan ikut mempengaruhi beberapa parameter-parameter lain dalam perhitungan analisis sesuai dengan variasi temperatur tahunan rata-rata.

Selain *temperature adjustment factor* dan *critical period*, *reliability factor* juga sangat mempengaruhi hasil tebal *overlay*. Pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, jika lalu lintas rencana lebih besar dari 10x10⁶ ESA4 atau 20x10⁶ ESA5, maka digunakan program CIRCLY dalam menentukan beban ijin rencana dimana dalam program ini dibutuhkan *input* parameter *reliability factor*. Dalam analisis sensitivitas parameter *reliability factor* terhadap tebal *overlay*, nilai ini termasuk yang mempengaruhi tebal *overlay* secara signifikan. Semakin tinggi tingkat kepercayaan terhadap suatu ruas jalan, maka tebal *overlay* yang dihasilkan akan semakin besar. Parameter ini sangat sensitif di Indonesia mengingat banyaknya ruas jalan di Indonesia dengan lalu lintas yang tinggi, sehingga tingkat kepercayaan dalam mendesain tebal *overlay* juga harus ikut tinggi untuk mencegah keruntuhan struktur perkerasan jalan sebelum umur desain yang disebabkan oleh ruas jalan yang *overloading*.

4. KESIMPULAN

- Tebal lapis tambah yang didapat dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk lalu lintas rencana lebih dari 10x10⁶ CESA4 atau 20x10⁶ CESA5 menggunakan proses *trial and error* berdasarkan regangan ijin struktur perkerasan hasil output program CIRCLY, sedangkan tebal lapis tambah metode Asphalt Institute (MS-17) untuk Prosedur Tebal Efektif proses perhitungannya sangat bergantung pada nilai T_n dimana nilai tersebut sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai M_R .
- Perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan metode Asphalt Institute (MS-17) untuk Prosedur Tebal Efektif sangat bergantung pada modulus *resilient* tanah dasar (M_R), sedangkan perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 pengaruh nilai modulus *resilient* tanah dasar (M_R) sangat kecil walaupun nilai modulus *resilient* tanah dasar tersebut bervariasi pada setiap segmennya.
- Tebal *overlay* menggunakan metode Asphalt Institute (MS-17) prosedur tebal efektif lebih kecil daripada metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Dari hasil analisis sensitivitas parameter terhadap tebal *overlay* didapatkan bahwa semakin besar nilai *temperature adjustment factor* dan *reliability factor* pada metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 maka tebal *overlay* yang didapatkan akan semakin besar.
- Dalam perancangan tebal *overlay* menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 hendaknya memperhatikan parameter temperatur dan *reliability factor* yang ditetapkan untuk kondisi suatu daerah di Indonesia. Sedangkan untuk perancangan tebal *overlay* menggunakan metode Asphalt Institute hendaknya berhati-hati dalam menetapkan nilai parameter *critical period* sesuai dengan musim saat pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO (1993), *Guide for Design of Pavement Structures 1993*, American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington DC, USA.

- Aji, A.K.F. (2015). Evaluasi struktural perkerasan lentur dengan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2013 (Studi kasus : Jalan Losari – Cirebon). *Journal of Bandung Institute of Technology*, 22(2), 147-164.
- Austroroads 2011, *Guide to Pavement Technology Part 5: Pavement Evaluation and Treatment Design*, Sidney.
- Care, Frisky R.A.M. (2012). Evaluasi struktural perkerasan lentur menggunakan metoda AASHTO 1993 studi kasus: Ruas Ciasem-Pamanukan (Pantura). *Journal of Bandung Institute of Technology*, 19(1), 53-64.
- Direktorat Bina Teknik Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum (2017), *Manual Desain Perkerasan Jalan*, Jakarta.
- Huang Y. H. (2004), *Pavement Analysis and Design Second Edition*, Pearson Education Inc, New Jersey.
- Kosasih, Djunaedi (2008), The Development of an Analytical Overlay Design Procedure based on the Asphalt Institute'83 Method. *Journal of Civil Engineering Dimension*, 10(1). 7-15.
- Tapase, A.B., & Ranadive, M.S. (2016). Parameter sensitive analysis of flexible pavement. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 9(6), 466-472.
- The Asphalt Institute (1983), *Asphalt Overlay for Highway and Street Rehabilitation*, Manual Series No.17 (MS-17), June 1983 Edition.
- The Asphalt Institute (1991), *Thickness Design Asphalt Pavements for Highways and Street*, Manual Series No.01 (MS-1), February 1991 Edition.
- The Asphalt Institute (1982), *Research and Development of the Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1) Ninth Edition*, USA.
- Wu, Zhong., Chen, Xingwei., Garspard, Kevin., & Zhang, Zhongjie. (2008). Structural overlay design of flexible pavement by non-destructive test methods in Louisiana. *Journal of the Transportation Research Board*. Retrieved from <https://trid.trb.org/view/848164>.