

PREDIKSI *PRESENT SERVICEABILITY INDEX* UNTUK ANALISIS SISA UMUR LAYAN PERKERASAN LENTUR

Hesti Ratnasari

Satker P2JN DIY, BBPJN Jateng-DIY
Ditjen Bina Marga, Kementerian PUPR
Ringroad Utara, Maguwoharjo Km 1,5, Depok
Sleman, Yogyakarta 55282
hesti_wiltim@yahoo.com

Latif Budi Suparma

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM
Yogyakarta 55281
lbsuparma@ugm.ac.id

Abstract

Present Serviceability Index is a measure of pavement performance and can be used as an indicator of timing and maintenance requirements. This study aims to determine and predict the Present Serviceability Index value during the pavement design life. The amount of the structural response due to loading was analyzed using an empirical mechanistic method with the help of KENPAVE software. The results of the structural response are used to calculate the magnitude of cracking and rutting damages, which are then used to predict the value of the International Roughness Index. The predicted International Roughness Index values were then statistically tested with the results of field measurements for the last 4 years. Furthermore, the Present Serviceability Index value was analyzed based on the prediction results of the International Roughness Index values. This study shows that the pavement has reached terminal serviceability in year 5.2 and requires strengthening. The prediction results of the Present Serviceability Index value with the implementation of overlays as thick as 10 cm in the 5.2nd year show that the terminal serviceability is achieved in the 9.5th year, thus increasing the service life of the road by 4.3 years.

Keywords: pavement performance; cracking; rutting; Present Serviceability Index; serviceability terminals.

Abstrak

Present Serviceability Index merupakan suatu ukuran kinerja perkerasan jalan dan dapat digunakan sebagai indikator penentuan waktu dan kebutuhan pemeliharaan. Studi ini bertujuan menentukan dan memprediksi nilai Present Serviceability Index selama umur rencana. Besarnya respons struktur akibat pembebanan dianalisis menggunakan metode mekanistik empiris dengan bantuan software KENPAVE. Hasil respons struktur digunakan untuk menghitung besarnya kerusakan-kerusakan *cracking* dan *rutting*, yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi nilai International Roughness Index. Nilai International Roughness Index hasil prediksi kemudian diuji statistika dengan hasil pengukuran lapangan selama 4 tahun terakhir. Selanjutnya, nilai Present Serviceability Index dianalisis berdasarkan hasil prediksi nilai International Roughness Index. Studi ini menunjukkan bahwa perkerasan telah mencapai *terminal serviceability* pada tahun ke-5,2 dan memerlukan penguatan. Hasil prediksi nilai Present Serviceability Index dengan penanganan *overlay* setebal 10 cm pada tahun ke-5,2 menunjukkan bahwa *terminal serviceability* tercapai pada tahun ke-9,5, sehingga menambah umur layan jalan sebesar 4,3 tahun.

Kata-kata kunci: kinerja perkerasan jalan; *cracking*; *rutting*; Present Serviceability Index; *terminal serviceability*.

PENDAHULUAN

Salah satu kendala bagi pemeliharaan jalan dan pencapaian target mantap di Indonesia adalah terbatasnya dana. Keterbatasan dana ini dapat mengakibatkan beberapa konsekuensi, seperti meningkatnya laju kerusakan jalan dan terjaganya kemampuan fungsional perkerasan namun dengan kemampuan struktur marginal. Kondisi ini menuntut

Penyelenggara Jalan untuk membuat strategi perbaikan dan pemeliharaan jalan yang optimal sehingga penanganan menjadi tepat sasaran dan efektif.

Untuk dapat memformulasikan strategi yang tepat, diperlukan evaluasi terhadap kinerja eksisting dan prediksi kinerja berdasarkan berbagai alternatif pemeliharaan, sehingga diperoleh alternatif yang terbaik untuk mempertahankan umur rencana jalan. Salah satu ukuran kinerja yang dapat digunakan sebagai indikator kebutuhan pemeliharaan adalah Present Serviceability Index atau disingkat menjadi PSI (Haas et al., 1994). AASHTO (1957) memperkenalkan konsep *serviceability*, yang mana kinerja fungsional jalan diukur dalam bentuk rating berdasarkan opini pengguna jalan dan selanjutnya dinyatakan sebagai PSI. Besarnya nilai PSI merupakan fungsi dari kekasaran permukaan perkerasan (*Roughness*), *cracking*, *rutting*, dan *patching* (AASHTO, 1993). Haas et al. (1994) menyatakan bahwa indikasi perlunya evaluasi struktural adalah ketika nilai *serviceability* mencapai nilai minimal yang disyaratkan.

Penelitian ini bertujuan menentukan dan memprediksi besarnya nilai PSI selama umur rencana serta menganalisis dampak skenario pemeliharaan yang ditetapkan terhadap nilai PSI dan umur layan jalan. Besarnya *cracking* dan *rutting* dihitung dengan menggunakan metode mekanistik empiris berdasarkan respons struktur yang terjadi. Hasil prediksi kerusakan ini kemudian digunakan untuk memprediksi nilai IRI dan PSI. Penelitian ini mengambil studi kasus ruas jalan nasional Arteri Utara Barat, di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Waktu tinjauan analisis pada studi ini adalah 10 tahun, dihitung dari awal pembukaan lalu lintas setelah dilakukan rekonstruksi (tahun ke-1).

Present Serviceability Index

Konsep Present Serviceability Index (PSI) dikembangkan oleh AASHTO melalui AASHTO *Road Test*, yang mengkorelasikan penilaian secara subjektif dan penilaian objektif dengan pengukuran kekasaran (*roughness*), kerusakan retak, tambalan, dan kedalaman alur kedalam suatu bentuk persamaan. Nilai PSI bervariasi dengan rentang antara 0 sampai dengan 5, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rating Nilai *Serviceability*

No.	Nilai	Rating
1	4–5	Sangat baik
2	3–4	Baik
3	3–2	Cukup
4	2–1	Buruk
5	0–1	Sangat buruk

Sumber: Huang (2004)

Menurut AASHTO (1993) nilai PSI awal perkerasan pada saat selesai konstruksi atau disebut juga *initial serviceability* direkomendasikan sebesar 4,2 untuk *flexible pavement* dan sebesar 4,5 untuk *rigid pavement*. Nilai batas minimal PSI yang diizinkan atau disebut juga *terminal serviceability index* (pt) direkomendasikan sebesar 2,5 atau lebih untuk jalan arteri primer dan sebesar 2,0 untuk jalan arteri sekunder.

International Roughness Index

Pada tahun 1982, World Bank mengembangkan penelitian terhadap kekasaran permukaan perkerasan di Brazil dan memperkenalkan International Roughness Index (IRI) sebagai standar ukuran kekasaran permukaan perkerasan (Huang, 2004). AASHTO (2008) memprediksi nilai IRI secara empiris, sebagai fungsi dari kerusakan perkerasan dan *site factor*, seperti yang direpresentasikan pada Persamaan 1:

$$IRI = IRI_o + 0,0150 (SF) + 0,400 (FC_{Total}) + 0,0080 (TC) + 40,0 (RD) \quad (1)$$

dengan:

IRI = IRI setelah konstruksi (in./mi);

SF = *Site factor*;

FC_{Total} = *Area of Fatigue Cracking* (% total area). Panjang *cracking* dikalikan dengan 1 ft untuk mengkonversi panjang menjadi luas area;

TC = Panjang dari *transverse cracking* (ft/mi); dan

RD = *Ruth Depth* (in).

Nilai *site factor* direpresentasikan melalui Persamaan 2:

$$SF = Age [0,02003 (PI + 1) + 0,007947 (Precip + 1) + 0,000636 (FI + 1)] \quad (2)$$

dengan:

Age = Umur perkerasan (tahun);

FI = Rata-rata *freezing index* tahunan (°F);

Precip = Rata-rata hujan tahunan (inchi); dan

PI = Indeks plastisitas dari tanah dasar (%).

Selanjutnya dikembangkan model untuk memprediksi besarnya PSI dan IRI baik untuk *flexible pavement* maupun untuk *rigid pavement* (Huang, 2004). Hubungan antara PSI dan IRI untuk *flexible pavement* dinyatakan dalam Persamaan 3:

$$PSI = 5 - 0,2397x^4 + 1,771x^3 - 1,4045x^2 - 1,5803x \quad (3)$$

dengan:

PSI = *Present Serviceability Index*; dan

x = log (1+SV) dan SV = 2,2704 (IRI)².

PREDIKSI KERUSAKAN DENGAN METODE MEKANISTIK EMPIRIS

Metode mekanistik empiris merupakan suatu metode yang efektif untuk digunakan dalam memprediksi kerusakan atau kinerja perkerasan (AASHTO, 2008). Pada metode ini,

analisis secara mekanistik digunakan untuk mengetahui respons dari struktur perkerasan, berupa tegangan regangan, yang besarnya bergantung pada karakteristik material perkerasan, tebal lapis perkerasan, kondisi pembebanan, dan temperatur. Respons perkerasan tersebut kemudian dikorelasikan dengan parameter kinerja, seperti kekasaran permukaan, *fatigue cracking*, dan *rutting* melalui suatu fungsi transfer dan persamaan regresi yang dikembangkan dari pengamatan empiris.

Fatigue Cracking

Analisis terhadap besarnya *cracking* dilakukan dengan mengasumsikan *alligator cracks* untuk menunjukkan retak di bagian bawah lapisan HMA dan *longitudinal cracks* untuk menunjukkan retak di permukaan perkerasan. Untuk beban izin terkait kedua jenis *cracking*, pendekatan yang digunakan untuk menghitung repetisi izin direpresentasikan melalui Persamaan 4:

$$N_{f-HMA} = k_{f1}(C)(C_H)\beta_{f1}(\epsilon_t)^{k_{f2}\beta_{f2}}(E_{HMA})^{k_{f3}\beta_{f3}} \quad (\text{Persamaan 4})$$

dengan:

N_{f-HMA} = jumlah repetisi beban yang diizinkan untuk perkerasan lentur dan HMA *overlay*;

ϵ_t = *tensile strain* di lokasi tinjauan kritis yang dihitung berdasarkan respons model struktur (in/in);

E_{HMA} = modulus elastisitas HMA (psi);

k_{f1}, k_{f2}, k_{f3} = *global field calibration parameters* (dari NCHRP 1-40D re-calibration; $k_{f1} = 0.007566$, $k_{f2} = -3,9492$ dan $k_{f3} = -1.281$);

$\beta_{f1}, \beta_{f2}, \beta_{f3}$ = konstanta kalibrasi lokal, secara umum konstanta ini diasumsikan 1,0; dan

C_H = Faktor koreksi tebal untuk *alligator cracking* atau *longitudinal cracking*.

Perhitungan Damage Index (DI) untuk masa layan perkerasan lentur dilakukan untuk mengetahui besarnya kenaikan kerusakan akibat penambahan faktor-faktor, seperti beban lalu lintas. Perhitungan DI direpresentasikan pada Persamaan 5:

$$DI = \sum(\Delta DI)_{j,m,l,p,T} = \sum\left(\frac{n}{N_{f-HMA}}\right)_{j,m,l,p,T} \quad (\text{Persamaan 5})$$

dengan:

n = jumlah repetisi beban yang terjadi pada waktu tertentu; dan

j, m, l, p, T = faktor yang mempengaruhi perhitungan DI.

Fungsi transfer selanjutnya digunakan untuk mengkonversi data ke % area *alligator cracking* menggunakan Persamaan 6 atau panjang *longitudinal cracking* menggunakan Persamaan 7:

$$FC_{\text{Bottom}} = \left(\frac{1}{60}\right) \left(\frac{C_4}{1+e^{(C_1 C_1^* + C_2 C_2^* \text{Log}(DI_{\text{Bottom}} * 100))}}\right) \quad (\text{Persamaan 6})$$

dengan:

FC_{Bottom} = area *alligator cracking* di bagian bawah lapis HMA (%);

DI_{Bottom} = kumulatif *damage index* di bagian bawah lapis HMA;

$C_{1,2,4}$ = fungsi transfer regresi $C_4= 6000$; $C_1= 1,0$; $C_2= 1,0$;

C_1^* = $-2C_2^*$;

C_2^* = $-2.40874 - 39.748(1 + H_{\text{HMA}})^{-2.856}$; dan

H_{HMA} = tebal lapis aspal (in).

$$FC_{\text{Top}} = 10.56 \left(\frac{C_4}{1+e^{(C_1 - C_2 \text{Log}(DI_{\text{Top}}))}}\right) \quad (\text{Persamaan 7})$$

dengan:

FC_{Top} = panjang *longitudinal cracks* di permukaan lapis HMA (ft/mil); dan

DI_{Top} = kumulatif DI di permukaan lapis HMA.

Rutting

Persamaan 8 menunjukkan persamaan matematik dari kalibrasi lapangan untuk *rutting* di pondasi dan seluruh lapis perkerasan tidak terikat.

$$\Delta_{p(\text{soil})} = \beta_{s1} k_{s1} \varepsilon_v h_{\text{soil}} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r}\right) e^{-\left(\frac{\rho}{n}\right)^\beta} \quad (\text{Persamaan 8})$$

dengan:

$\Delta_{p(\text{soil})}$ = deformasi permanen/plastis untuk layer/sublayer (in);

n = jumlah repetisi beban;

ε_0 = *intercept* yang ditentukan dari laboratorium pengulangan beban uji deformasi permanen (in/in);

ε_r = regangan yang dibebankan dalam tes laboratorium untuk mendapatkan sifat material ε_0 , ε_r dan ρ (in/in);

ε_v = rerata regangan vertikal kaku/elastis pada lapisan/sublayer dan dihitung dengan model respon struktur (in/in);

$h_{\text{soil/gran}}$ = ketebalan lapis terikat/*sublayer soil/granular* (in);

k_{s1} = koefisien kalibrasi global; $k_{s1} = 1,673$ untuk material granular (*subbase*) dan 1,35 untuk material gradasi halus (*subgrade*);

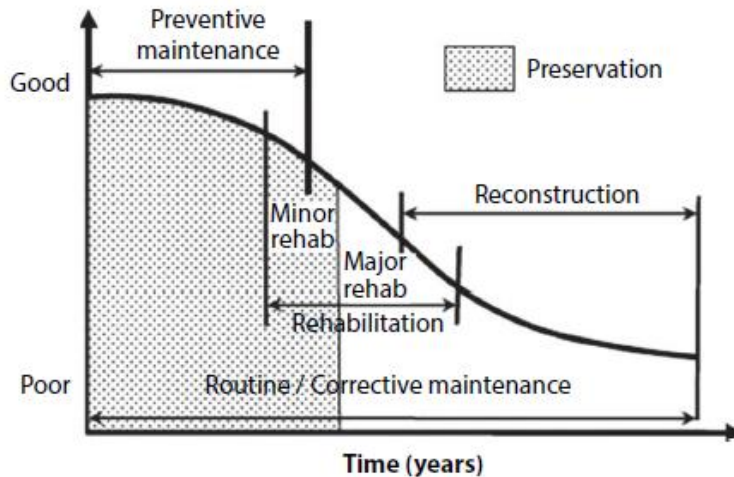
ε_{s1} = konstan kalibrasi lokal untuk *rutting* di lapis tidak terikat(ditetapkan 1,0); dan

β_{s1} = konstanta kalibrasi lokal lapangan, secara umum kalibrasi ini ditetapkan 1,0.

Pemeliharaan Jalan

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara kondisi perkerasan dan kegiatan pemeliharaan. Menurut Peshkin et al. (2007), *preventive maintenance* dilakukan ketika perkerasan

masih dalam kondisi baik. Ketika kondisi perkerasan mulai menurun, ketika mulai munculnya kerusakan, seperti *cracking*, diperlukan penanganan dengan rehabilitasi. Rehabilitasi minor, seperti *thin overlay*, berfungsi untuk mengembalikan kinerja fungsional perkerasan yang kondisinya relatif masih baik.



Sumber: Haas et al. (2015)

Gambar 1 Hubungan antara Kondisi Perkerasan dan Program Pemeliharaan

Pemeliharaan rehabilitasi mayor dilaksanakan ketika rehabilitasi minor dan *preventive maintenance* sudah tidak memadai lagi untuk menahan laju kerusakan perkerasan. Jika pemeliharaan rutin dan rehabilitasi minor tidak dilaksanakan, perkerasan akan menurun kinerjanya secara drastis pada titik ketika pemeliharaan rehabilitasi mayor diperlukan. Pemilihan jenis, prosedur pelaksanaan, dan waktu penanganan yang tepat dapat mempertahankan umur perkerasan lebih lama, terutama pada lalu lintas dengan volume yang tinggi.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menghitung respons struktur berupa tegangan regangan menggunakan bantuan program KENPAVE, dengan memodelkan perkerasan eksisting berikut *material properties*-nya dan beban lalu lintas selama umur rencana (dalam ESAL). Penghitungan respons perkerasan ini berdasarkan pada hasil analisis beban lalu lintas dan data hasil uji material serta struktur perkerasan.

Hasil respons perkerasan dan hasil prediksi nilai IRI dan besarnya kerusakan diperoleh menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 3, selanjutnya digunakan untuk memprediksi besarnya kerusakan *cracking* dan *rutting* selama umur rencana serta nilai PSI.

Sisa umur layan ditentukan berdasarkan nilai PSI, yaitu selisih tahun dari saat pengukuran sampai dengan tercapainya *terminal serviceability*, untuk mengetahui waktu pemeliharaan. Nilai PSI diprediksi untuk melihat dampak pemeliharaan terhadap nilai PSI dengan menetapkan skenario pemeliharaan dengan *overlay* setebal 10 cm.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Beban Lalu Lintas

Dalam penelitian ini beban lalu lintas selama umur tinjauan dikonversikan dalam satuan ESAL dan menjadi *input* beban dalam program KENPAVE. Volume lalu lintas yang digunakan dalam analisis merupakan data sekunder dari SNVT P2JN Provinsi DI Yogyakarta. Volume lalu lintas pada periode analisis dihitung berdasarkan faktor pertumbuhan. Berdasarkan hasil analisis regresi linear terhadap data LHRT selama 5 tahun terakhir diperoleh faktor pertumbuhan sebesar 5% per tahun.

Karena tidak tersedia data WIM, perhitungan VDF dilakukan berdasarkan berat total maksimum kendaraan dan pendistribusian beban kendaraan berat dengan MST 10 ton yang mengacu pada Surat Edaran Dirjen Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan, No. SE.02/AJ.108/DHJD/2008. Faktor distribusi arah (D_D) ditetapkan sebesar 0,5, sedangkan nilai faktor distribusi lajur (D_L) digunakan sebesar 0,9. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan ESAL selama umur rencana.

Tabel 2 Hasil Perhitungan ESAL Selama Umur Rencana

Tahun Ke-	Total Daily ESAL	ESAL Per Tahun (10^6)	ESAL Comulative (10^6)
0	7.495,81	2,736	2,736
1	7.393,59	2,699	5,435
2	8.271,78	3,019	8,454
3	8.685,37	3,170	11,624
4	9.119,64	3,329	14,953
5	9.575,62	3,495	18,448
6	10.054,40	3,670	22,118
7	10.557,12	3,853	25,971
8	11.084,98	4,046	30,017
9	11.639,22	4,248	34,265
10	12.221,19	4,461	38,726

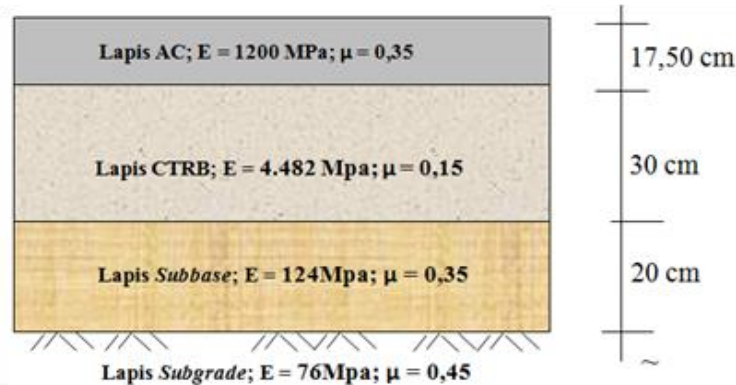
Analisis Respons Struktur Perkerasan

Karakteristik material merupakan salah satu *input* yang diperlukan dalam program KENLAYER untuk mendapatkan respons perkerasan akibat beban yang bekerja. Karakteristik material tersebut meliputi modulus elastisitas, Poisson's Ratio, dan berat jenis untuk masing-masing *layer*. Karakteristik material ini dianalisis berdasarkan hasil uji material yang digunakan untuk rekonstruksi dan hasil studi literatur. Gambar 2 menunjukkan tipikal struktur perkerasan dan *material properties*-nya.

Tabel 3 menunjukkan hasil *running* program KENPAVE, yang berupa tegangan, regangan tarik dan regangan tekan. Tegangan maksimum terjadi pada bagian atas struktur perkerasan, yaitu sebesar 1320,55 kPa, pada kedalaman 0,0003 cm, yaitu pada titik di bawah pusat beban. Tegangan mengecil seiring dengan bertambahnya kedalaman.

Besarnya regangan tarik horizontal yang terjadi pada bagian bawah lapis aspal, dengan kedalaman 17,4997 cm, adalah 5,57E-05 dan besarnya regangan tarik horizontal yang terjadi pada bagian permukaan adalah 4,91E-05. Regangan tarik horizontal pada bagian

bawah lapis aspal digunakan untuk menganalisis besarnya *alligator cracking* yang akan terjadi, seiring dengan besarnya pengulangan beban. Terjadinya *cracking* juga dapat berawal dari bagian atas lapis aspal atau yang di sebut *top down cracking*. Regangan tarik horizontal pada bagian permukaan lapis aspal digunakan untuk menganalisis jenis kerusakan ini.



Gambar 2 Tipikal Struktur Perkerasan Ruas Jalan Arteri Utara Barat

Tabel 3 Rekapitulasi Respon *Output* KENLAYER

Posisi	Layer	Kedalaman (cm)	σ_c (kPa)	ϵ_t	ϵ_c
Di permukaan (top-down cracking)		0,0003	1320,55	-4,91E-05	5,70E-04
0,5 in dari permukaan (top-down cracking)	AC	1,27	1282,83	-4,09E-05	4,72E-04
Di lapis bawah HMA (bottom-up cracking)		17,4997	55,59	-5,57E-05	5,64E-04
Di kedalaman tengah (mid-depth) tiap layer/sublayer	AC	8,75	51,58	-1,84E-06	6,05E-06
	CTRB	32,50	29,96	-7,27E-05	9,01E-05
	Subbase	57,50	9,42	-1,21E-04	1,49E-04
Di permukaan <i>subgrade</i>	<i>Subgrade</i>	67,5003	7,00	-1,49E-04	4,35E-04

Nilai regangan vertikal tekan yang terjadi pada bagian atas lapis *subgrade*, yang terjadi yaitu pada kedalaman 67,5003 cm, adalah 4,35E-04. Nilai regangan dan tekanan vertikal tekan pada bagian atas lapis *subgrade* merupakan parameter penting dalam desain mekanistik, untuk mencegah *rutting*.

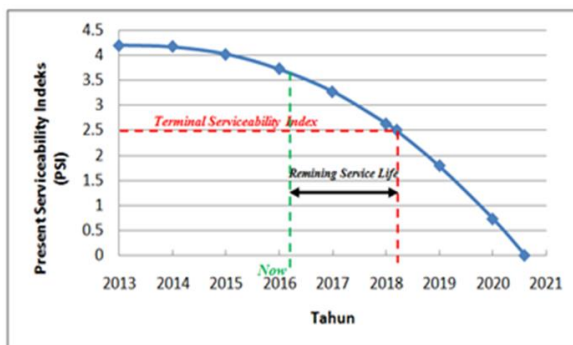
Analisis Prediksi Kerusakan, IRI, dan PSI

Prediksi kerusakan, IRI dan PSI dihitung berdasarkan hasil analisis respons perkerasan dengan menggunakan Persamaan 1 sampai dengan Persamaan 8. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3. Untuk mengetahui konsistensi hasil prediksi IRI dan pengukuran lapangan, dilakukan uji statistika dengan *t-test*, yang dilakukan dengan menggunakan data prediksi IRI dan IRI pengukuran lapangan selama 4 tahun (tahun ke-0 sampai dengan tahun ke-3). Dari *t-test* diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara IRI prediksi dengan IRI pengukuran lapangan.

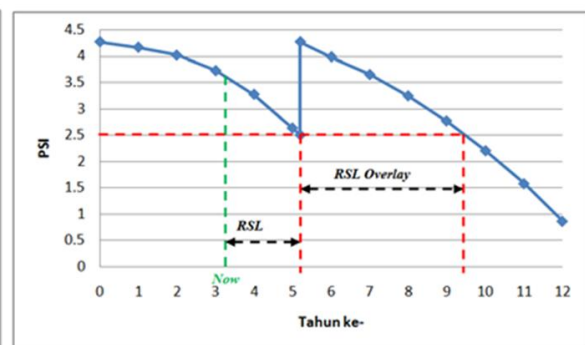
Hasil analisis terhadap nilai PSI pada tahun ke-4 adalah sebesar 3,73 dengan *rating* baik. Perkerasan mencapai *terminal serviceability* pada tahun ke-5,2. Dengan demikian, sisa umur layan perkerasan berdasarkan nilai PSI adalah sebesar 2 tahun. PSI dapat digunakan sebagai indikasi kebutuhan waktu dan pemeliharaan yang diperlukan untuk dapat menjaga kinerja perkerasan sehingga tercapai umur rencana dari perkerasan. Namun untuk pemilihan jenis *repair maintenance* yang tepat diperlukan evaluasi terhadap kondisi struktural perkerasan dan identifikasi terhadap jenis kerusakan yang terjadi berikut tingkat keparahan dan *density* masing-masing jenis kerusakan.

Tabel 3 Hasil Prediksi Kerusakan, Nilai IRI, dan PSI Selama Umur Rencana

Tahun Ke-	SF	Total Cracking (ft)	Ruth Depth (Inch)	IRI (inch/mil)	IRI (m/km)	PSI	Rating
1	0,703	1,241	0,110	215,69	3,40	4,17	Sangat baik
2	1,406	1,865	0,220	220,62	3,48	4,02	Sangat baik
3	2,109	2,490	0,329	230,18	3,63	3,73	Baik
4	2,812	3,117	0,438	244,37	3,86	3,27	Baik
5	3,515	3,744	0,547	263,19	4,15	2,63	Cukup
6	4,218	4,372	0,656	286,60	4,97	1,79	Buruk
7	4,921	5,001	0,764	314,63	5,48	0,74	Sangat buruk
8	5.624	5,630	0,872	347,32	5,48	-0.55	Sangat buruk
9	6.327	6,260	0,980	384,55	6,07	-2.07	Sangat buruk
10	7.030	6,890	1,092	426,38	6,73	-3.83	Sangat buruk



(a) Prediksi IRI Selama Umur Rencana



(b) Prediksi IRI dengan Penanganan Overlay

Gambar 3 Prediksi PSI Selama Umur Rencana dan Prediksi PSI dengan Penanganan *Overlay*

Untuk mengetahui dampak pemeliharaan terhadap nilai PSI, berdasarkan hasil analisis pada akhir awal tahun ke-5,2 dilakukan penanganan *overlay*. Karena adanya keterbatasan data kondisi struktural perkerasan, seperti data hasil uji FWD, untuk *overlay* diasumsikan tebal 10 cm, dengan *material properties* yang sama dengan *material properties* lapis HMA pada saat rekonstruksi tahun ke-0. Nilai PSI pada akhir umur rencana atau tahun ke-10 adalah sebesar 2,21 dengan rating cukup.

Hasil analisis menunjukkan bahwa *terminal serviceability*, atau PSI sebesar 2,50, tercapai pada tahun ke-9,5. Hal ini berarti *overlay* struktural dengan tebal 10 cm dapat menambah umur layan sebesar 4,3 tahun. Gambar 3 merepresentasikan hasil prediksi PSI selama umur rencana dan hasil prediksi PSI dengan penanganan *overlay*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa besarnya kerusakan *cracking* yang terjadi pada akhir umur rencana, atau akhir tahun ke-10, adalah sebesar 6,89 ft, dan kerusakan *rutting* adalah sebesar 1,092 inch. Selain itu, nilai IRI pada akhir umur rencana adalah sebesar 6,73 m/km, yang mana nilai IRI tersebut mengalami kenaikan seiring dengan penambahan beban.

Perkerasan mencapai *terminal serviceability* pada tahun ke-5,2. Dengan demikian, sisa umur layan perkerasan berdasarkan nilai PSI adalah 2 tahun. Berdasarkan prediksi nilai PSI dengan penanganan *overlay* tebal 10 cm pada tahun ke-5,2, perkerasan mencapai *terminal serviceability* pada tahun ke-9, yang berarti *overlay* struktural dengan tebal 10 cm dapat menambah umur layan sebesar 4,3 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 1993. *Guide for Design of Pavement Structure*. Washington, D.C.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2008. *Mechanistic Empirical Pavement Design Guide, A Manual of Practice*. Interim Edition. Washington, D.C.
- Haas. R., Hudson. R.W., dan Zaniewski. J. 1994. *Modern Pavement Management*. Florida: Krieger Publishing Company.
- Huang. H.Y. 2004. *Pavement Analysis and Design*. University of Kentucky. New Jersey, USA: Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Peshkin, D.G., K.D. Smith, K.A. Zimmerman., dan T.E. Freeman. 2007. *Pavement Preservation: Preventive Maintenance Treatment, Timing, and Selection*. Participant Workbook, NHI Course No. 131115. Publication FHWA-NHI-08-007, National Highway Institute, Federal Highway Administration, US Department of Transportation.