

PREDIKSI UMUR SISA PERKERASAN LENTUR BERDASARKAN KETIDAKRATAAN PERMUKAAN JALAN (REMAINING SERVICE LIFE OF FLEXIBLE PAVEMENT BASED ON SURFACE PAVEMENT ROUGHNESS)

Tranggono, M. ¹⁾, Santosa, W. ²⁾

¹⁾²⁾ Sekolah Pasca Sarjana Universitas Katolik Parahyangan

¹⁾²⁾ Jl. Merdeka No. 30, Bandung 40117

^{1) 2)} e-mail: tranggono@pusjatan.pu.go.id ; wimpy@home.unpar.ac.id

Diterima: 9 Mei 2016; direvisi: 2 Juni 2016; disetujui: 21 Juni 2016

ABSTRAK

Analisis kondisi fungsional perkerasan jalan yang dilakukan pada pengelolaan perkerasan jalan lentur untuk jalan tol di Indonesia ditentukan berdasarkan Nilai Kondisi Jalan. Penilaian tersebut merupakan penggabungan penilaian kondisi perkerasan berdasarkan ketidakrataan permukaan perkerasan, alur, dan kerusakan utama permukaan perkerasan. Pada pengelolaan pemeliharaan perkerasan, penentuan umur sisa perkerasan sangat penting untuk digunakan sebagai penentuan program penanganan pemeliharaan jalan. Telah dilakukan penelitian tentang hal ini berdasarkan metode analisis statistik yang menghasilkan hubungan antara ketidakrataan permukaan perkerasan dengan umur sisa pelayanan perkerasan. Analisis menggunakan data time series untuk jalan tol Surabaya-Gempol di Jawa Timur tahun 2007, 2010, 2012, dan 2014. Hubungan yang diperoleh bertendensi eksponensial dan dapat digunakan untuk memprediksi umur sisa pelayanan perkerasan. Makalah ini bermaksud membahas kajian tentang hubungan empirik antara ketidakrataan permukaan perkerasan dengan umur sisa pelayanan jalan dalam rangka mencari model yang dapat dipakai untuk memprediksi umur sisa pelayanan perkerasan.

Kata kunci: jalan tol, perkerasan lentur, ketidakrataan perkerasan, umur sisa pelayanan perkerasan, kondisi fungsional perkerasan,

ABSTRACT

Functional pavement condition analysis conducted on the management of flexible pavement on toll roads in Indonesia is determined based on the Road Condition Value. It is a combination of pavement condition assessment based on roughness, rutting, and major damage of pavement surface. On the pavement maintenance management, the determination of remaining service life is very important to be used as a determination of road maintenance management program. Research has been carried out based on statistical analysis which resulting in relationships between roughness of pavement surface and remaining service life. The analysis used time series data of 2007, 2010, 2012, and 2014 for Surabaya – Gempol toll road. Obtained relationships tended exponential and could be used for remaining service life prediction. This paper aims to describe the analysis of empirical relationship between roughness of pavement surface and remaining service life in conjunction with finding out the model which can be used to predict remaining service life of road pavement.

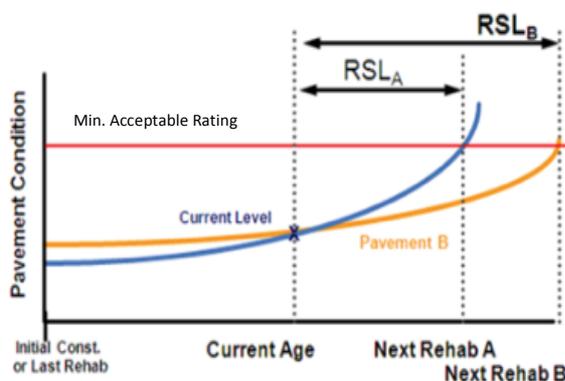
Keywords: toll road, flexible pavement, roughness, remaining service life, functional condition of pavement

PENDAHULUAN

Ketidakrataan permukaan perkerasan jalan mempunyai peranan yang penting pada pengelolaan jalan. Salah satunya digunakan pada penentuan kondisi perkerasan jalan untuk program pemeliharaan jalan. P.T. Jasa Marga (Persero) telah mengembangkan model penurunan kondisi berdasarkan Nilai Kondisi Jalan (NKJ) yang menggambarkan kondisi fungsional perkerasan dan merupakan gabungan dari nilai ketidakrataan permukaan perkerasan jalan (*roughness*), nilai alur, nilai kekesatan, dan nilai kerusakan permukaan perkerasan (Tranggono 2005; Surbakti 2000; Sriwidodo 2010). NKJ tersebut mempunyai rentang nilai dari 4 sampai dengan 0 yang menggambarkan kondisi jalan dari kondisi baik sampai kondisi jalan yang rusak.

Umur Sisa Perkerasan

Baladi et al. (2010) dan Mack dan Sullivan (2014) melakukan penilaian kondisi jalan yang dinyatakan dengan umur sisa perkerasan (*Remaining Service Life, RSL*). *RSL* dapat didefinisikan sebagai perkiraan jumlah tahun yang diukur berdasarkan survei kondisi terakhir sampai dengan proyeksi dimana dibutuhkan kegiatan rehabilitasi perkerasan selanjutnya akan dilakukan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Selain sederhana dan langsung dapat diaplikasikan untuk keperluan pemeliharaan, *RSL* merupakan alat komunikasi dan alat perencanaan strategi yang baik serta dapat dengan mudah dimengerti oleh ahli teknik, masyarakat umum, legislator, dan manajer.



Sumber: Mack and Sullivan (2014)

Gambar.1 Penggambaran *RSL*

RSL dapat digunakan dengan baik sebagai pengukuran aset perkerasan untuk kinerja perkerasan secara nasional. *RSL* sangat baik digunakan sebagai ukuran kondisi perkerasan tingkat jaringan secara nasional karena menambahkan elemen waktu yang menggambarkan bagaimana jaringan perkerasan tersebut melayani pengguna jalan. Perkerasan dengan *RSL* tinggi melayani pengguna jalan lebih panjang dan akan melayani pengguna jalan dengan baik (Mack and Sullivan 2014). Demikian juga penggunaan *RSL* menjamin pelaksanaan program yang berbasis resiko dan berbasis kinerja, karena dapat menggambarkan kinerja 10-20 tahun mendatang dan menggambarkan kebutuhan strategi investasi untuk memelihara sistem perkerasan jalan dengan baik.

Korelasi *RSL* dengan *IRI*

Dengan keunggulan-keunggulan *RSL* tersebut, maka umur sisa perkerasan berdasarkan ketidakrataan permukaan perkerasan jalan yang dinyatakan dalam *International Roughness Index (IRI)* digunakan sebagai ukuran nilai kondisi jalan. Umur sisa perkerasan berdasarkan nilai *IRI* dapat merepresentasikan kerusakan perkerasan dan dapat digunakan sebagai indeks kinerja perkerasan jalan (Megoda and Gao 2014; Morova et al. 2013). Korelasi *RSL* dengan *IRI* tersebut dapat digunakan sebagai ukuran *RSL* yang mempunyai keuntungan yang optimal berdasarkan pelayanan perkerasan, demikian juga penggunaan parameter *IRI* lebih handal dibandingkan pengukuran parameter kondisi lainnya, karena memberikan pengukuran tingkat pelayanan serta membantu evaluasi yang lebih akurat terhadap tingkat pelayanan perkerasan yang ada.

Korelasi *RSL* dengan *IRI* dapat dinyatakan sangat baik dengan persamaan linier (Obaidat and Shiyab 2003). Persamaan linier tersebut dinyatakan secara *time series* berdasarkan umur perkerasan dan siklus pemeliharaan.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk melakukan validasi model *RSL* dengan variabel *IRI* yang akan datang, serta mengembangkan hubungan antara *IRI* dan umur sisa perkerasan.

KAJIAN PUSTAKA

Analisis Kondisi Fungsional

Analisis kondisi fungsional dilakukan dengan menggunakan konsep indeks kondisi perkerasan (*Present Serviceability Index, PSI*) yang dikembangkan oleh AASHTO (1993) dan telah diadaptasi oleh Widayat, Aditya, dan Toole (1991) untuk di Indonesia, seperti ditunjukkan Persamaan (1). Dengan menggunakan persamaan tersebut, nilai *PSI* untuk tiap segmen jalan dihitung berdasarkan hasil survei kondisi kerusakan utama perkerasan. Untuk jalan tol, nilai *PSI* inisial pada waktu jalan pertama kali dibuka adalah 4,2. Sedangkan jalan dalam keadaan sudah rusak nilai *PSI* terminalnya adalah 2,5.

$$PSI = 4,78 - 0,4974 \cdot IRI^{1,0593} - 0,004\sqrt{(C + P)} - 0,26(RD)^2 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- IRI* = indeks ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km)
- RD* = kedalaman alur (mm)
- C* = persentase luas retak (%)
- P* = persentase luas tambalan (%)

Lebih lanjut Haas, Hudson, dan Zaniewski (1994) dan Morova et al. (2013) menyatakan bahwa profil perkerasan dan ketidakrataan memberikan kontribusi hampir 95% pada kualitas berkendara. Dengan demikian *IRI* dapat merepresentasikan kerusakan perkerasan dan dapat digunakan sebagai indeks kinerja perkerasan jalan, sehingga ketika kesulitan untuk melakukan pengukuran kerusakan permukaan akibat keterbatasan sumber daya yang ada, sangat beralasan untuk bergantung hanya pada penentuan *IRI* guna menentukan kebutuhan pemeliharaan atau rehabilitasi.

Hal ini mendasari beberapa penelitian terdahulu yang menghubungkan Antara *IRI* dengan *PSI* tanpa menggunakan kerusakan perkerasan utama, seperti yang dilakukan oleh Paterson and Bennet (2005) dan Obaidat and Shiyab (2003), serta menyebutkan bahwa parameter *IRI* banyak digunakan secara luas oleh berbagai pengelola jalan untuk mengevaluasi kinerja fungsional dan indikator jaminan mutu pekerjaan selama proses

konstruksi dengan praktis dan handal. Lebih lanjut Obaidat and Shiyab (2003) mengembangkan hubungan *PSI* dan *IRI* dengan menggunakan model eksponensial seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$PSI = a \exp^{(b \cdot IRI)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- PSI* = indeks kondisi perkerasan;
- IRI* = indeks ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km)

Analisis Umur Sisa Perkerasan Berdasarkan *IRI*

Umur sisa perkerasan (*RSL*) didefinisikan sebagai perkiraan jumlah tahun yang diukur berdasarkan survei kondisi terakhir sampai dengan proyeksi ketika dibutuhkan kegiatan rehabilitasi perkerasan selanjutnya (Baladi et al. 2010). Selain dapat digunakan dengan baik sebagai alat perencanaan perkerasan jalan pada tingkat jaringan dan tingkat proyek, *RSL* dapat digunakan juga dengan baik sebagai alat komunikasi yang mudah dimengerti oleh ahli teknik atau masyarakat umum lainnya (Yu 2005; Mack and Sullivan 2014).

Lebih lanjut Mack and Sullivan (2014) menyebutkan bahwa penggunaan *RSL* dapat menggambarkan kondisi perkerasan dengan baik, segmen yang mempunyai indeks perkerasan yang sama dapat memerlukan penanganan pemeliharaan yang berbeda, dan menggambarkan dengan baik bagaimana jaringan jalan tersebut melayani pengguna jalan. Perkerasan dengan *RSL* tinggi dapat melayani pengguna jalan dengan baik karena waktu penggunaan perkerasan lebih panjang.

Pola penurunan kondisi perkerasan dengan menggunakan *RSL* tersebut, dapat memberikan gambaran tentang kesehatan perkerasan jalan dengan mudah dan cepat. Dengan melihat *RSL* pada tingkat proyek, nilai *RSL* yang panjang akan mempunyai kondisi kesehatan yang lebih baik dibandingkan dengan waktu *RSL* yang pendek, sehingga dapat ditentukan penanganan pemeliharaannya. Sedangkan pada tingkat jaringan jalan, dapat dengan mudah dilihat bahwa porsi perkerasan yang akan bertahan sesuai dengan kewajiban masa depan yang

harus dilakukan. Selain itu, dapat pula dilakukan analisis pengaruh dari aktivitas tersebut pada jaringan jalan untuk menentukan apakah aktivitas tersebut akan memberikan peningkatan pelayanan dari keseluruhan jaringan atau tidak.

HIPOTESIS

RSL dapat diprediksi berdasarkan model yang menggunakan variabel *IRI* dimasa yang akan datang. *RSL* dan *IRI* memiliki hubungan yang signifikan.

METODOLOGI

Untuk tercapainya tujuan kajian ini, maka pengumpulan data dilakukan pada ruas jalan tol Surabaya - Gempol (37 km). Survei fungsional perkerasan jalan, dilakukan dengan menilai kondisi fungsional jalan menggunakan alat *NAASRA-meter* dan alat *Hawkeyes* untuk tahun observasi 2007, 2010, 2012, dan 2014. Data kondisi fungsional yang dikumpulkan meliputi *roughness*, alur, dan kerusakan permukaan perkerasan. Penilaian kondisi tersebut dikluster dalam interval 50 meter untuk tiap-tiap sub ruasnya.

Evaluasi kondisi fungsional hanya menggunakan parameter *roughness* saja tanpa memperhitungkan parameter kinerja fungsional lainnya, seperti retak, tambalan, lubang, dan alur. Penggunaan parameter *roughness* ini sesuai dengan pendapat Haas, Hudson, dan Zaniewski (1994) dan Morova et al (2013) yang menyebutkan bahwa parameter *roughness* memberikan kontribusi hampir 95% pada *PSI*, sedangkan 5% ditentukan oleh parameter lainnya di luar *roughness*.

Analisis data *IRI* dilakukan dengan menyusun data lapangan *IRI* berdasarkan tahun observasi, sehingga informasi umur perkerasan dan siklus pemeliharaan dapat disusun dengan baik. Data *IRI* lapangan yang dilengkapi dengan informasi umur pemeliharaan serta siklus pemeliharaan, digunakan untuk memprediksi umur sisa perkerasan. Batas *IRI* terminal yang digunakan, ditentukan berdasarkan hubungan *IRI* dengan *PSI*. Setelah validasi korelasi dilakukan, dikembangkan model yang dapat

digunakan untuk menghitung umur sisa perkerasan (*RSL*) berdasarkan nilai *IRI*.

HASIL DAN ANALISIS

Evaluasi Kondisi Kinerja Fungsional

Evaluasi ini terdiri dari tiga, yaitu korelasi *IRI* dengan *PSI*, korelasi *IRI* dengan siklus pemeliharaan, dan umur perkerasan serta pola penurunan kondisi fungsional perkerasan.

Korelasi *IRI* dengan *PSI*

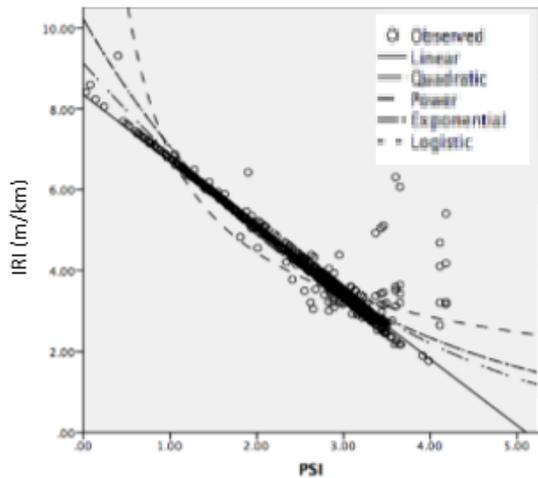
Analisis regresi *IRI* dengan *PSI* dilakukan secara *time series* berdasarkan hasil observasi data *IRI* dan data *PSI* yang masing-masing sebanyak 3.724 buah dari tahun 2007, 2010, 2012, dan 2014. Nilai rata-rata *IRI* (*X*) sebesar 4,05 dengan nilai minimum 0,00 dan nilai maksimum 10,87 serta penyimpangan data terhadap rata-rata sebesar 1,36. Sedangkan rata-rata *PSI* (*Y*) sebesar 2,68 dengan nilai minimum 0,00 dan nilai maksimum 4,88 serta penyimpangan data terhadap rata-rata sebesar 0,76.

Hasil regresi berdasarkan nilai residual data *PSI* dan data *IRI* ditunjukkan pada Gambar 2 dengan menggunakan model eksponensial dan menghasilkan koefisien determinasi sebesar 72,6%. Persamaan regresi ditunjukkan pada Persamaan (3).

$$PSI = 7.19 e^{-0,259 IRI} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- PSI* = indeks kondisi perkerasan;
- IRI* = indeks ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km)



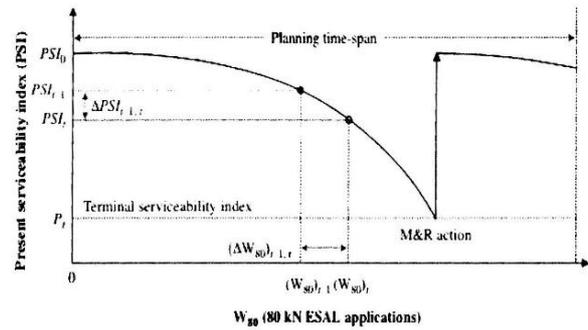
Gambar 2. Hubungan PSI dan IRI

Perubahan pada *PSI* diikuti dengan perubahan yang tidak tetap terhadap *IRI*. Tanda negatif menunjukkan nilai yang berlawanan satu dengan yang lain, semakin kecil *IRI* maka semakin besar *PSI* dan sebaliknya semakin besar *IRI* maka semakin kecil *PSI*. Persamaan (3) dapat diubah menjadi Persamaan (4) bila *PSI* merupakan fungsi dari *IRI*.

$$IRI = 7,617 - 3,861 \ln PSI \dots\dots\dots (4)$$

Dengan uji-F yang dilakukan pada model tersebut, dapat ditunjukkan pengaruh yang signifikan antara *PSI* dan *IRI*. Validasi dilakukan dengan uji-t menggunakan 10% dari total data sebesar 3.687 data, diperoleh nilai signifikan sama dengan 0,00 adalah lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ yang berarti bahwa rata-rata nilai *PSI* observasi dan nilai *PSI* prediksi tidak berbeda secara signifikan. Selisih rata-rata observasi *PSI* dan rata-rata prediksi *PSI* adalah 0,09512, yang menunjukkan bahwa model ini baik.

Kondisi fungsional perkerasan dipengaruhi oleh karakteristik material yang akan mengalami lelah bahan dan dipengaruhi oleh kualitas pekerjaan yang berbeda pada pelaksanaan pemeliharaan dengan pekerjaan peningkatan sebelumnya. Setelah dilakukan pemeliharaan periodik, kondisi fungsional perkerasan tidak akan pernah kembali ke kondisi awal sebelum perkerasan tersebut dioperasikan untuk melayani lalu lintas, seperti yang digambarkan pada Gambar 3.



Sumber: Ferreira et al (2010)

Gambar 3 Tipikal kurva kinerja perkerasan

Obaidat and Shiyab (2003) hanya memperhitungkan penurunan kondisi perkerasan ‘dalam siklus’ pemeliharaan belum memperhitungkan kondisi perkerasan inisial ‘antar siklus’ pemeliharaan. Pada penelitian ini, akan mengakomodasi perbedaan kondisi fungsional perkerasan ‘dalam siklus’ dan kondisi fungsional perkerasan ‘antar siklus’.

Korelasi IRI dengan Siklus Pemeliharaan dan Umur Perkerasan

Berdasarkan data *IRI* yang ada, terdapat 3 siklus pemeliharaan, yaitu terdiri atas Siklus ke-1, Siklus ke-2, dan Siklus ke-3. Hasil analisis korelasi yang dilakukan untuk mencari hubungan *IRI* dengan siklus pemeliharaan ditunjukkan pada Persamaan (5) yang mempunyai koefisien korelasi 0,743 dan koefisien determinasi 0,553.

$$IRI = 2,392 e^{0,137 \text{ Siklus}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

IRI = indeks ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km)

Siklus= Siklus pemeliharaan perkerasan, ke 1, ke 2, dan ke 3.

Dengan uji-F yang dilakukan pada model tersebut, serta berdasarkan hipotesis yang sesuai, dapat ditunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan antara *IRI* dan siklus pemeliharaan. Validasi model dilakukan dengan uji-t dengan hipotesisi yang sesuai dan diperoleh nilai probabilitas sig. = 0,314 atau lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara rata-rata *IRI* observasi dengan *IRI* prediksi tidak berbeda secara signifikan. Model yang dikembangkan tersebut

dapat digunakan untuk memprediksi nilai *IRI* berdasarkan siklus pemeliharaan.

Sedangkan ‘dalam siklus’ pemeliharaan, merupakan perkembangan nilai *IRI* untuk tiap siklus pemeliharaannya. Analisis dilakukan dengan mengurutkan data *IRI* berdasarkan umur perkerasan untuk seluruh siklus pemeliharaan dan menghasilkan persamaan regresi non-linier seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dibandingkan dengan menggunakan persamaan lainnya, regresi *IRI* dengan *Umur* menggunakan persamaan eksponensial menghasilkan koefisien determinasi yang paling tinggi yaitu 0,67. Persamaan regresi tersebut ditunjukkan pada Persamaan (6), dimana $IRI_{inisial}$ adalah sama dengan 2,7019.

$$IRI = 2,7019 e^{0,308 Umur} \dots\dots\dots (6)$$

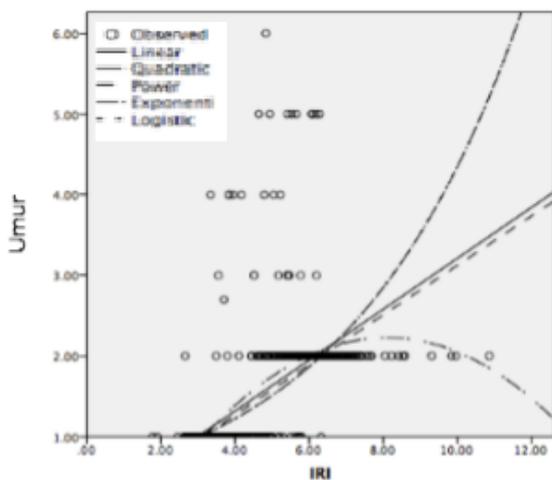
Keterangan:

IRI = indeks ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km)

Umur = Umur perkerasan setelah dilakukan pemeliharaan periodik atau rehabilitasi (tahun).

Persamaan tersebut dapat dinyatakan bentuk lain seperti pada Persamaan (7).

$$Umur = 3,23 (Ln IRI - 1) \dots\dots\dots (7)$$



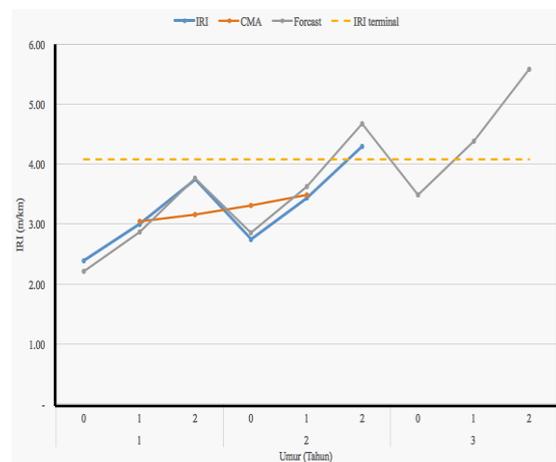
Gambar 4. Hubungan *IRI* dengan Umur Perkerasan

Uji-F yang dilakukan dengan hipotesis yang sesuai, membuktikan terdapat pengaruh yang signifikan antara umur perkerasan dan *IRI*. Semakin kecil umur perkerasan maka

semakin kecil *IRI* dan sebaliknya semakin besar umur perkerasan maka semakin besar *IRI*. Validasi model dilakukan dengan uji-t untuk sampel berpasangan dan hasilnya menunjukkan bahwa korelasi antara rata-rata observasi *IRI* dengan rata-rata prediksi *IRI* adalah sangat erat dan berhubungan secara nyata. Sedangkan uji-t sampel berpasangan, dilakukan dengan membuat hipotesis yang sesuai, diperoleh bahwa rata-rata nilai *IRI* observasi dan nilai *IRI* prediksi tidak berbeda secara signifikan.

Pola Penurunan Kondisi Fungsional Perkerasan

Pola penurunan kondisi fungsional dikembangkan dengan menggabungkan pola perkembangan *IRI* pada ‘dalam siklus’ dan ‘antar siklus’ pemeliharaan. Pola penurunan kondisi *IRI* ditentukan dengan menggunakan pendekatan analisis *time series* dan *forecasting* data *IRI* sesuai dengan perkembangan ‘antar siklus’ pemeliharaan dan ‘dalam siklus’ pemeliharaan. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola perkembangan nilai *IRI*

Pemeliharaan periodik maksimal hanya dapat dilakukan dengan 2 kali siklus pemeliharaan. Setelah Siklus ke-2, tidak dapat dilakukan pemeliharaan periodik dan harus dilakukan kegiatan peningkatan perkerasan dengan *overlay*. Hal ini dikarenakan setelah Siklus ke-2, nilai *IRI* sudah melewati batas terminal *IRI* dan juga bila tetap dilakukan pemeliharaan periodik maka tidak akan berpengaruh pada perbaikan nilai *IRI*.

Model akhir untuk penurunan kondisi

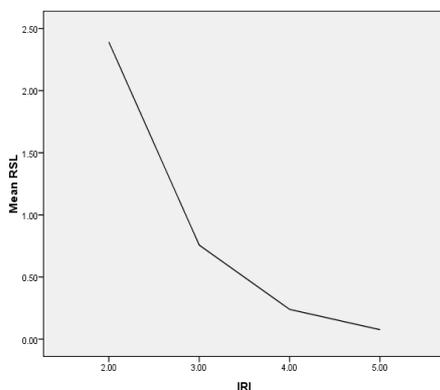
perkerasan lentur berdasarkan umur sisa perkerasan untuk setiap siklus pemeliharaan dan umur perkerasan berdasarkan kinerja fungsional (RSL_F) ditunjukkan pada Persamaan (8). Sedangkan hasil analisis yang menghubungkan RSL_F dan IRI dapat ditunjukkan pada Gambar 6.

$$RSL_F = 23,901 e^{-1,151 IRI} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

RSL_F = *Remaining Service Life* berdasarkan kondisi fungsional (tahun);

IRI = indeks ketidakrataan permukaan perkerasan (m/km), yang diperoleh melalui pengujian dengan alat *Roughness-meter* atau *NAASRA-meter* (m/km).



Gambar 6. Hubungan RSL_F dengan IRI

PEMBAHASAN

Dari analisa korelasi antara IRI dengan PSI , diperoleh hubungan signifikan Antara PSI dan IRI (persamaan (3)). AASHTO (1993) menyebutkan bahwa nilai PSI awal dan PSI terminal masing-masing adalah 4,2 dan 2,5. Dengan menggunakan Persamaan (3), dapat dihitung nilai IRI awal dan IRI terminal, yaitu masing-masing sebesar 2,08 dan 4,08. Berdasarkan hasil IRI awal dan IRI terminal tersebut, dapat ditunjukkan bahwa nilai tersebut mendekati nilai yang disyaratkan oleh AASHTO (1993), untuk perkerasan jalan yang baru dibuka yang memiliki nilai awal IRI sebesar 2,0 m/km dan batas perkerasan jalan yang rusak dengan IRI maksimum 4,0 m/km. Dengan demikian hubungan antara PSI dengan IRI yang didapat sudah sesuai.

Dari analisis korelasi antara IRI dengan umur perkerasan dan siklus pemeliharaan, diperoleh hubungan yang signifikan dan persamaanya dapat dipakai untuk

memperkirakan nilai IRI yang akan datang (persamaan (7)).

Dengan menggabungkan pola perkembangan IRI 'dalam siklus' dan 'antar siklus' pemeliharaan, diperoleh hubungan antara RSL_F sebagai fungsi dari IRI . Sementara itu, periode pemeliharaan paling banyak hanya dilakukan dua kali siklus, karena kondisi IRI setelah dua kali siklus melewati batas terminal IRI yang ditentukan (lihat Gambar 5), sehingga setelah siklus ke-2 harus dilakukan penanganan melalui kegiatan peningkatan perkerasan dengan cara *overlay*.

Dengan demikian persamaan RSL_F yang diperoleh sebagai fungsi dari IRI dapat digunakan untuk memperkirakan RSL berdasarkan nilai prediksi IRI (persamaan (8)).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa model RSL hasil kajian dapat digunakan untuk memprediksi RSL fungsional berdasarkan nilai IRI dimasa yang akan datang. Hubungan antara RSL dengan IRI adalah berdasarkan fungsi eksponensial. Penurunan kondisi fungsional tersebut dapat digambarkan dengan garis non-linier berpola eksponensial.

Saran

Model RSL_F yang dihasilkan oleh kajian ini dapat dimanfaatkan untuk memprediksi umur sisa fungsional perkerasan jalan khusus di jalan tol dengan catatan bahwa masih diperlukan kajian lebih lanjut yang menggunakan data yang sesuai, jika model tersebut akan digunakan untuk jalan yang bukan jalan tol. Disarankan mengkaji lebih lanjut menggunakan data yang lebih luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian sampai dengan penulisan makalah ini sehingga dapat diterbitkan. Ucapan terimakasih juga

disampaikan khususnya kepada P.T. Jasa Marga (Persero) yang telah membantu memberikan data yang diperlukan dalam kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington, D.C.: AASHTO.
- Baladi, G. Y., T.A. Dawson, C.M. Dean, S. W. Haider, and K. Chatti. (2010). "The Remaining Service Life A Good Pavement Management Tool", *Transportation and Development Institute Congress*, Washington, D.C.: ASCE.
- Ferreira, A., Picado-Santos, L., Wu, Z., & Flintsch, G. (2011). Selection of pavement performance models for use in the Portuguese PMS. *International Journal of Pavement Engineering*, 12(1), 87 - 97.
- Haas, R., W.R. Hudson, and Zaniewski . 1994. *Modern Pavement Management*. New York: Krieger Publishing
- Mack, J. W., R.L. Sullivan. 2014. "Using Remaining Service Life as The National Performance Measure of Pavement Assets". In *Annual Meeting of The Transport Research Board*. Washington, D.C.: TRB
- Megoda, J. N. and Gao, S. 2014. "Roughness Progression Model for Asphalt Pavement Using Long-Term Pavement Performance Data". *Journal Transport Engineering*. 140(Issue 8):1-7.
- Morova, N., Serin, S., Terzi, S. and Saltan, M. (2013) Prediction of The Pavement Serviceability Ratio of Rigid Highway Pavements by Artificial Neural Networks, *Journal of Advanced Technology Sciences*, Vol 2, No 1, 12-25.
- Obaidat, T.I.A., and A.M.S. Shiyab 2003. "Prediction of Pavement Remaining Service Life Using Roughness Data—Case Study in Dubai". *The International Journal of Pavement Engineering*. Vol. 4, 121–129.
- Paterson, W. D. O and L. Bennet. 2005. *HDM 4. Volume 5A Guide to Calibration and Adaptation Manual*. Highway Development Series. Birmingham: AIPCR & PIARC.
- Sriwidodo (2010), Evaluasi Model Pemeliharaan Perkerasan Jalan Tol Semarang – Solo, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Nomor 1 Volume 12*, 51-58.
- Surbakti. 2000. Evaluasi Model Pemeliharaan Perkerasan Jalan Tol – Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung.
- Tranggono, M. 2005. *Teknik Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur*. Bandung: Pusat Penelitian Pengembangan Prasarana Transportasi.
- Widayat, D., Aditya A. J., and Toole T. 1991. *Roughness Calibration Studies Using Different Measuring Systems*. Crowthorne: Transport Research Laboratory.
- Yu, J. 2005. Pavement Service Life Estimation and Condition Prediction. Diss. the University of Toledo.