EVALUASI MODEL PEMELIHARAAN PERKERASAN JALAN TOL SEMARANG-SOLO

Sriwidodo
Teknik Sipil Akademi Teknik Wacana Manunggal (ATWM) Semarang
Ketileng Raya No.6, Ph. (024) 8315933, Semarang, 50249
. 081 5651 6247, E-mail : widho_kpts6@yahoo.co.id

Abstract: *Maintaining road pavement need to be fully programmed to get the road network with a good condition and optimized cost. Maintenance Management System (MMS) represent a system created and developed especially for maintenance management of highway. MMS system divides the highway mantenance into two process, rutine maintenance programmed process and pavemet process (timed maintenance and increasng). This paper was evaluate the utilizing of MMS system in the process of pavement maintenance process, by taking case study of Semarang-Solo Highway. Condition value on MMS system was a combination of structural and functional pricing, by rationalized functinal value to get condition value of first to fifth year. MMS system could offer alternative maintenance program and impact of the alternative selection. This paper was exemined in three maintenance scenario. In the first scenario, maintenance conducted by the appropriate timed need, second scenario by giveing the maintenance in first year, rutine maintenance conducted in second, third and fifth year and also timed maintenance in fourth year, while in the third scenario, maintenance conducted in every year. The optimal result obtained from the first scenario.*

Keywords : *road maintenance, traffic, highway pavement.*

Mempertahankan perkerasan jalan perlu sepenuhnya diprogram untuk mendapatkan jaringan jalan dengan kondisi baik dan biaya dioptimalkan. Manajemen Pemeliharaan Sistem (MMS) merupakan sistem yang diciptakan dan dikembangkan terutama untuk manajemen pemeliharaan jalan raya. MMS membagi sistem mantenance jalan raya menjadi dua proses, proses perawatan rutinitas terprogram dan proses perkerasan (waktunya pemeliharaan dan meningkat). Makalah ini mengevaluasi pemanfaatan sistem MMS dalam proses proses pemeliharaan perkerasan, dengan mengambil studi kasus Semarang-Solo Highway. Kondisi nilai pada sistem MMS merupakan kombinasi dari harga struktural dan fungsional, dengan nilai fungsional kemudian dirasionalisasikan untuk mendapatkan nilai kondisi pertama untuk tahun kelima. Sistem MMS bisa menawarkan alternatif program pemeliharaan dan dampak pemilihan alternatif. Makalah ini diperiksa dalam tiga skenario pemeliharaan. Dalam skenario pertama, pemeliharaan yang dilakukan oleh kebutuhan waktu yang sesuai, skenario kedua dengan memberikan pemeliharaan pada tahun pertama, pemeliharaan rutinitas yang dilakukan di tahun kedua, ketiga dan kelima dan pemeliharaan juga waktunya di tahun keempat, sedangkan pada skenario ketiga pemeliharaan dilakukan di setiap tahun. Hasil optimal diperoleh dari skenario pertama.

Kata kunci: pemeliharaan jalan, lalu lintas, perkerasan jalan raya.

PENDAHULUAN

Pemeliharaan jalan yang memadai mutlak diperlukan untuk mempertahankan kondisi perkerasan yang mampu melayani beban lalu-lintas dan lingkungannya dalam batasan repetisi beban sumbu standar, sesuai dengan yang telah direncanakan. Pemeliharaan tersebut berupa pemeliharaan rutin, berkala, peningkatan, maupun rekonstruksi. Prosedur dan standar kondisi jalan dan alternatif pemeliharaannya dimaksudkan untuk menentukan strategi pemeliharaan jalan secara ekonomis, tepat sasaran dan tepat waktu (*The Asphalt Institut*, 2003).

Di Indonesia, penerapan sistem manajemen pemeliharaan jalan tol dengan sistem MMS telah dikembangkan dan diimplementasikan oleh PT.Jasa Marga

(Persero). Sebelum sistem MMS diimplementasikan secara menyeluruh, karakteristik model pemeliharaan perkerasan yang digunakan serta alternatif penyesuaiannya merupakan topik yang dijadikan sebagai sasaran utama dari penelitian ini.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi implementasi model prediksi beban lalu-lintas untuk setiap lajur jalan yang didasarkan pada model eksponensial, mengkaji nilai kondisi perkerasan, mengkaji karakteristik program pemeliharaan yang dapat dilakukan dan mengoptimasi anggaran pemeliharaan berdasarkan nilai kondisi jaringan jalan .

STUDI PUSTAKA

Model pemeliharaan perkerasan pada sistem MMS merupakan suatu rangkaian penilaian dari volume lalu-lintas, prediksi tingkat pertumbuhan, beban lalu-lintas, kondisi fungsional, dan kondisi struktural. Selain masalah teknis, maka strategi pemeliharaan dan pembiayaan jalan dalam skala jaringan tersebut mutlak diperlukan berkenaan dengan optimasi yang dapat dilakukan.

Prediksi Beban Lalu-lintas

Perhitungan volume kendaraan untuk rentang waktu tertentu, maka prediksinya dilakukan dengan memakai persamaan eksponensial seperti terlihat pada rumus 1 berikut ini :

$$V_c = V_0(1+i)^n$$

Vc = Volume yang dicari

Vo = Volume kendaraan awal (LHR/hari)

i = Tingkat pertumbuhan kendaraan (%)

n = Tahun ke, dari volume acuan.

Tingkat pertumbuhan kendaraan diplot dari kurva kecendrungan berdasarkan data-base volume lalu-lintas pada suatu ruas pengamatan. Untuk perhitungan beban lalu-lintas di tahun pengamatan didasarkan pada rumus 2 berikut ini :

$$N_{Kj} = \sum(LHR_K \times CI_{Kj} \times FT_K \times 365$$

K = Jenis kendaraan (Gol I, IIA, IIB)

j = Lajur jalan (kiri atau kanan)

LHR = Volume lalu-lintas ruas (kend/hari) di tahun data

FT = Faktor truk dari tiap jenis kendaraan

CI = Faktor distribusi lajur.

Faktor truk (FT) dan Faktor distribusi lajur (CI) masing-masing merupakan suatu faktor perbandingan yang didapatkan dari hasil survai di lapangan.

Jenis Perkerasan

Jalan Tol Semarang-Solo menggunakan jenis perkerasan kaku. Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (slab) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasra yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut :

1. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
2. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan wire mesh diantara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
3. Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan prosentasi besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Pada saat ini, jenis perkerasan beton semen yang populer dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah jenis perkerasan beton bertulang menerus.

Kondisi Perkerasan

Kondisi perkerasan yang dinilai dibagi dua bagian yaitu kondisi fungsional dan struktural. Penilaian kedua kondisi ini dilakukan terpisah, sehingga keduanya dapat merepresentasikan keadaan kondisinya. Ukuran terkecil dari ruas jalan yang dihitung kondisinya adalah segmen, dimana satu segmen mewakil satu lajur jalan dengan panjang 1 km.

Penilaian terhadap kondisi fungsional meliputi : kerusakan permukaan (pelepasan butir, retak, lubang, depresi dan keriting), ketidakrataan permukaan, kekesatan permukaan, dan kedalaman alur. Penilaian kerusakan permukaan didasarkan pada rumus 3 berikut ini :

$$Nilai\ Kerusakan = \frac{\sum(\,panjang\ data\,)_i}{panjang\ segmen} \times 100\%$$

Kondisi kerusakan fungsional mempunyai rentang nilai dari 4 (baik) sampai 0 (rusak). Nilai 2,5 ditetapkan sebagai batas kritis kerusakan. Total nilai kerusakan merupakan gabungan dari nilai kerusakan yang terjadi. Nilai ketidak-rataan permukaan, alur dan kekesatan dihitung dengan rumus 4 – 6 berikut ini :

$$Nilai\ IRI = \frac{\sum(\,IRI \times panjang\ data\,)_i}{\sum(panjang\ segmen)_i}$$

$$Nilai\ Alur = Alur_{rata-rata} + 1.28 \times SD$$

$$Nilai\ f50 = f50_{rata-rata} - 1.28 \times SD$$

Penilaian yang dilakukan merupakan pengelompokkan nilai hasil survai yang telah dihitung dengan persamaan 3 – 6 terhadap nilai kondisinya sesuai tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Penilaian kondisi fungsional

NK	IRI (m/km)	Alur mm	F50	PB (%)	Retak (%)	LT (%)	DK (%)
4	0 - 1.5	0 - 5	> 0.6	0 – 5	0 - 5	0 - 5	0 – 5
3.5	1.5 – 3.5	5 - 10	0.4 – 0.6	5 – 20	5 – 20	5 - 20	5 – 20
3	3.5 – 4.75	10 - 15	0.35 – 0.4	20 – 35	20 - 35	20 - 35	20 – 35
2.5, (2.75)	4.75 – 5.5	15 - 20	(0.3-0.35)	35 – 50	35 - 50	35 - 50	35 – 50
2, (2,5)	5.5 – 6.0	20 - 25	(0.27 – 0.30)	50 – 65	50 - 65	50 - 65	50 – 65
1.5, (2)	6.0 – 6.5	25 - 30	(0.24 – 0.27)	65 – 75	65 - 75	65 - 75	65 – 75
1, (1.5)	6.5 – 7.0	30 - 35	(0.22 – 0.24)	75 – 85	75 - 85	75 - 85	75 – 85
0.5, (1)	7.0 – 7.5	35 - 40	(0.20 – 0.22)	85 – 95	85 - 95	85 - 95	85 – 95
0	> 7.5	> 40	< 0.20	> 95	> 95	> 95	> 95

Nilai kondisi jalan yang merupakan gabungan dari total nilai kerusakan permukaan, Nilai IRI, Nilai Alur dan f50 dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Nilai kond. jalan} = \min(N_{rusak}, N_{IRI}, N_{alur}, N_{f50})$$

Penilaian terhadap kondisi struktural didasarkan atas data lendutan yang dikelompokkan terlebih dahulu, dan kemudian dihitung lendutan desain, yang dianggap mewakili pada suatu kelompok data. Perhitungan lendutan yang mewakili segmen didasarkan pada setiap lendutan maksimal yang terjadi pada segmen tersebut, seperti terlihat pada persamaan berikut ini :

$$d_{desain} = d_{rata-rata} + 2.0 \times SD$$
$$d_{segmen} = \max(d_{desain\,1}, d_{desain\,2}, d_{desain\,3}, \ldots)$$

Nilai Kondisi Perkerasan

Nilai kondisi perkerasan merupakan penilian berdasarkan nilai kondisi fungsional dan dirasionalkan terhadap nilai kondisi strukturalnya. Perhitungan nilai kondisi segmen untuk tahun kedua sampai ke lima didasarkan pada umur sisa dari suatu perkerasan yang merupakan fungsi lendutan dan beban lalu-lintas yang terjadi, seperti terlihat pada persamaan berikut ini :

$$N_{mod\,el} = f(do)$$
$$\text{Umur sisa} = \frac{N_{mod\,el}}{N_o}$$

Sedangkan perhitungan nilai kondisi tiap segmen terdiri atas dua cara. Cara pertama dipakai jika nilai kondisi awal telah tersedia, untuk perhitungan digunakan persamaan seperti berikut ini :

$$(NK_{segmen}) = NK_o - \frac{(NK_o - 60)}{\text{umur sisa}}$$

Cara kedua dipakai jika nilai kondisi awal segmen tidak tersedia, untuk perhitungan digunakan persamaan seperti berikut ini ::

$$NK_o = 60 + \text{umur sisa} \times \frac{40}{\text{masa layan}}$$
$$(NK_{segmen}) = NK_o - \frac{(NK_o - 60)}{\text{umur sisa}}$$

Indeks biaya dihitung berdasarkan **rumus 12** berikut :

$$\text{Indeks biaya} = \sum_i \left\{ Biaya_i \times (1 + \text{tkt diskonto})^i \right\}$$

Optimasi Anggaran

Optimasi anggaran dilakukan dengan memperhatikan adanya ketersediaan dana dan nilai kondisi jaringan yang dihasilkan oleh skenario program pemeliharaan yang telah dilakukan. Perhitungan nilai kondisi jaringan untuk masing-masing skenario program pemeliharaan sesuai persamaan berikut ini :

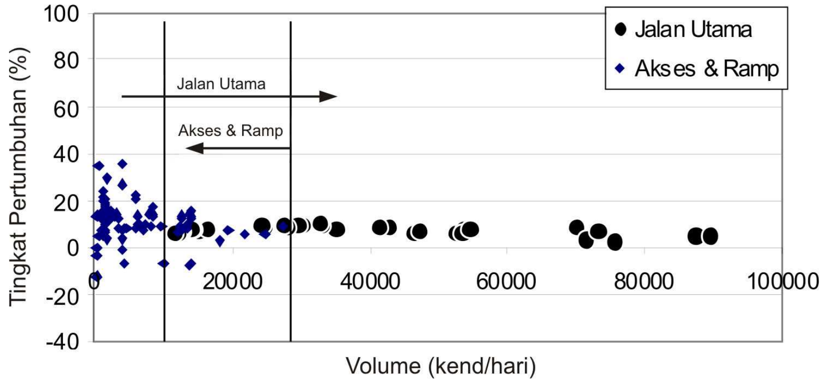
$$NK\ jaringan = \frac{\sum (NKseg\,men \times panj.\,segmen)}{\sum (panjang\ segmen)}$$

PRESENTASI DATA DAN ANALISIS

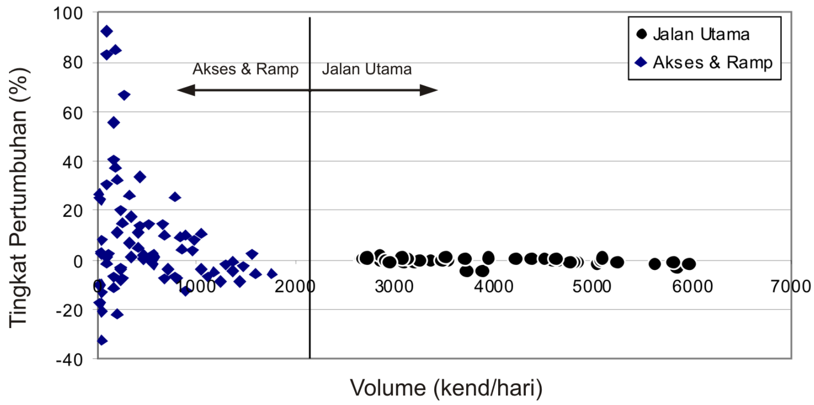
Data lalu-lintas yang diambil merupakan data sekunder hasil olahan devisi manajemen Tol Semarang-Solo yang berbentuk time series. Data kondisi fungsional yaitu ketidak-rataan dan kekesatan yang diambil dari data hasil survai dan data lendutan.

Analisis Prediksi Beban Lalu-lintas

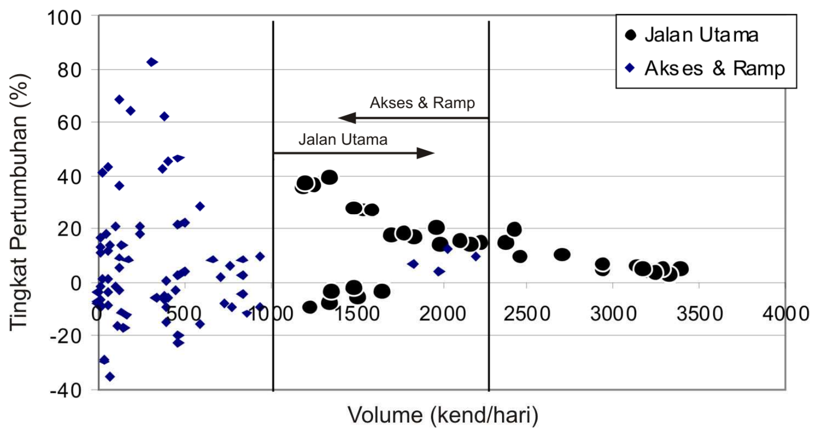
Berdasarkan LPPM-ITB (1997), bahwa tingkat pertumbuhan volume lalu-lintas yang diperoleh dapat bernilai positif yang sangat besar atau bahkan negatif, khususnya pada jalan akses dan jalan keluar/masuk (ramp), seperti terlihat pada Gambar 1 s/d 3 berikut ini :



Gambar 1. Hubungan antara volume dan tingkat pertumbuhan lalu-lintas golongan I



Gambar 2. Hubungan antara volume dan tingkat pertumbuhan lalin golongan I – IA



Gambar 3. Hubungan antara volume dan tingkat pertumbuhan lalin golongan I - IB

Tabel 2. Data Statistik Tingkat Pertumbuhan Lalu-lintas (r)

Golongan Kendaraan	Tingkat Pertumbuhan r (%) untuk 3 kategori jalan					
	Jalan Utama		Akses		Ramp	
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
Kelas I	10.55	2.61	9.5	7.96	35.64	-12.42
Kelas IIA	2.27	-4.51	14.17	-8.89	92.69	-32.62
Kelas IIB	40.13	-8.67	42.25	3.8	82.37	-35.37

Dari **tabel 2** terlihat bahwa tingkat pertumbuhan yang sangat besar dan negatif, yang akan dipakai sebagai acuan prediksi adalah volume lalu-lintas untuk tahun berikutnya karena akan memberikan nilai yang kurang dapat merepresentasikan keadaan yang terjadi di lapangan. Selain itu terlihat jumlah volume eksisting yang besar terutama pada jalan utama, yang jika tidak dibatasi maka akan mengakibatkan dilampauinya kapasitas jalan yang disediakan.

Suatu skenario terhadap pembatasan volume lalu-lintas dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pembatasan prediksi tersebut terhadap prorgam pemeliharaan yang dilakukan. Pembatasan yang dilakukan adalah dengan membatasai volume yang terjadi pada setiap jalan agar tidak melampaui 1,25 kapasitas volumenya. Perbandingan skenario teoritis (skenario I) dengan pembatasan (skenario II) diperlihatkan pada **tabel 3** berikut ini :

Tabel 3. Resume perbandingan kebutuhan pemeliharaan skenario I & II

Keterangan	Tahun I		Tahun V		
	Sk. I	Sk. II	Sk. I	Sk. II	
Total Segmen	501	501	501	501	
Segmen yang dipelihara	163	163	330	330	14
Segmen r (-)	97	0	156	0	0
Tebal minimum (cm)	3	3	4.52	4.52	5.62
Tebal maksimum (cm)	23.42	23.69	41.77	30.11	15.19
Total Biaya (juta)	29841.84	29858.39	74697.78	74857	1217.728
Total Indeks Biaya (juta)	41856.09	41909.21	94258.05	87009	1628.543

Analisis Nilai Kondisi Struktur Perkerasan

Suatu segmen yang mempunyai nilai fungsional yang rendah akan diprogramkan untuk dioverlay pada tahun-tahun berikutnya walaupun nilai umur sisa yang dimilikinya masih besar (> 1 thn), demikian juga sebaliknya. Menurut Haas, Ronald H (1998), bahwa nilai kondisi fungsional segmen pada jalan utama di tahun pertama merupakan hasil perhitungan gabungan antara kondisi fungsional dan structural yang dipadukan dengan prediksi beban lalu-lintas yang akan memberikan prediksi kondisi setiap segmen jalan untuk lima tahun ke depan.

Karakteristik Program Pemeliharaan

Program pemeliharaan dilakukan terhadap nilai kondisi segmen yang kurang dari 60. Berdasarkan Pusat Penelitian Transportasi Bandung (1999), bahwa program pemeliharaan dibagi atas tiga bagian yaitu pemeliharaan rutin, berupa pemberian overlay pada segmen yang rusak, pemeliharaan berkala dengan pemberian overlay agar struktur perkerasan bisa menahan beban lalu-lintas, dan pemeliharaan peningkatan yaitu pemberian overlay agar struktur perkerasan mampu menahan beban lalu-lintas untuk jangka waktu sepuluh tahun ke depan.

Analisis Pengaruh Anggaran Terhadap Nilai Kondisi Jaringan

Untuk membandingkan nilai kondisi jaringan akibat kebijakan waktu pemeliharaan, maka dibuatlah 3 (tiga) metoda waktu pemeliharaan dengan batasan bahwa besarnya total biaya pemeliharaan untuk lima tahun adalah sama. Adapun ketiga metoda yang dilakukan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Metoda I : Pemeliharaan dilakukan sesuai kebutuhan pemeliharaan berkala setiap tahun.
2. Metoda II : Pemeliharaan peningkatan dilakukan pada tahun pertama dan tahun ke empat.
3. Metoda III : Pemeliharaan dilakukan tiap tahun dengan rata-rata pembiayaan Rp.20 M.

Nilai kondisi jaringan untuk ketiga metode tersebut diperlihatkan pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Perbandingan nilai kondisi jaringan dengan berbagai metoda pemeliharaan

Tahun	Nilai Kondisi					
	Metoda I		Metoda II		Metoda III	
	Dipelihara	Tdk Dipelihara	Dipelihara	Tdk Dipelihara	Dipelihara	Tdk Dipelihara
2005	93.2		93.2		80.2	
2006	91.6	86.8	88.2		79.9	74.1
2007	86.2	84.3	83.1		80.2	76.2
2008	79.7	79.1	88.9	78.0	80.6	76.1
2009	74.4	74.1	84.3		81.1	73.4

Dari ketiga metoda tersebut dapat disimpulkan bahwa metoda II secara kondisi jaringan memiliki nilai yang lebih baik daripada metoda I dan III. Namun untuk mengevaluasi program pemeliharaan antara metoda I, II dan III, maka dihitung perbandingan kondisi lajur sesuai **tabel 5** berikut ini :

Tabel 5. Panjang lajur yang dipelihara tiap tahun dari ketiga metoda

Lajur	Panjang lajur (m), pada tahun :				
	2005	2006	2007	2008	2009
Metoda I					
Rusak	147,329	34,769	10,705	13,735	1,593
Dipelihara	147,329	34,769	10,705	13,735	1,593
Metoda II					
Rusak	147,329	34,769	62,316	86,263	11,642
Dipelihara	147,329	0	0	75,784	0
Metoda III					
Rusak	147,329	142,698	139,670	99,623	80,053
Dipelihara	66,000	42,000	53,000	47,477	53,741

Dari tabel 4 dan 5 diatas dapat disimpulkan bahwa metoda I walaupun memberikan nilai kondisi yang lebih kecil dari metoda II, namun mampu memelihara seluruh ruas jalan yang telah dianggap rusak. Sedangkan pada metoda III menunjukkan bahwa pemeliharaan yang harus dilakukan cukup tinggi.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berbagai skenario tingkat pertumbuhan akan membuat besaran program pemeliharaan yang berbeda.

2. Nilai kondisi fungsional dan struktural mempunyai peluang yang sama dalam penentuan program pemeliharaan.
3. Penundaan program pemeliharaan akan mengakibatkan biaya dan nilai kondisi yang akan terus menurun yang diakibatkan bertambah panjangnya segmen yang rusak.
4. Program pemeliharaan berkala lebih baik dibandingkan metoda pemeliharaan lainnya dalam suatu metoda yang membatas besaran biaya pemeliharaan selama lima tahun.

Saran

Dari hasil kesimpulan dapat disisipkan suatu saran bahwa penundaan program pemeliharaan jalan akan menimbulkan besarnya biaya dan nilai kondisi jalan yang akan terus meningkat akibat bertambah panjangnya segmen jalan yang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

Haas, Ronald Hudson, 1998, "***Pavement Management System***"*,* MC Graw-Hill Book Company, New York.

LPPM-ITB, 1997, "***Analisa Struktur Perkerasan_Jalan***", Modul Pelatihan, Bandung.

Pusat Penelitian Transportasi, 1999, ***"Manual Program MMS"***, ITB-Press, Bandung.

The Asphalt Institute, 2003, **"*Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation*"**, Manual Series No.17 (MS-17), USA.