



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI ANALISIS OPTIMASI BIAYA PEMELIHARAAN JALAN
PROGRAM MANAJEMEN PRESERVASI
UNTUK PERKERASAN ASPAL**

SKRIPSI

**SAHRIAL
0405010582**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI ANALISIS OPTIMASI BIAYA PEMELIHARAAN JALAN
PROGRAM MANAJEMEN PRESERVASI
UNTUK PERKERASAN ASPAL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**SAHRIAL
0405010582**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN TRANSPORTASI
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Sahrial

NPM : 0405010582

Tanda Tangan :



Tanggal : 9 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Sahrial
NPM : 0405010582
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Analisis Optimasi Biaya Pemeliharaan Jalan
Program Manajemen Preservasi untuk Perkerasan
Aspal

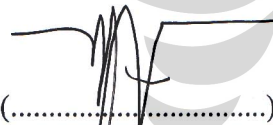
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Heddy R Agah, M.Eng.

()

Penguji I : Ir. Alvinsyah, M.Sc.

()

Penguji II : Andyka Kusuma, ST, M.Sc.

()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 9 Juli 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Pemurah, karena berkat kemurahanNya seminar skripsi ini dapat diselesaikan sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada skripsi ini penulis membahas tentang “Studi Analisis Optimasi Biaya Pemeliharaan Jalan Program Manajemen Preservasi Untuk Perkerasan Aspal.” Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari mulai masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Heddy R Agah, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Ir. Alvinsyah, M.Sc. dan Andyka Kusuma, ST, M.Sc, selaku penguji. Terima kasih atas masukan dan saran yang telah diberikan kepada penulis.
- (3) Departemen Pekerjaan Umum yang telah memberikan data, masukan dan arahan kepada penulis.
- (4) Seluruh dosen, karyawan dan staf Departemen Teknik Sipil UI yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dari awal kuliah hingga skripsi ini selesai.
- (5) Rekan-rekan di “Salak”. Pak Alvin, Pak Sawang, Pak Lulus, Mas Edy, Mas Ilim dan Mbak Ririn.
- (6) Ayah dan (almarhumah) ibu , serta keluarga yang memberikan doa, perhatian, dan kasih sayangnya dalam penyusunan skripsi ini.
- (7) Teman-teman Teknik Sipil 2005, khususnya peminatan transportasi 2005 (Primas, Seno, Yudha, Primah, Eka, Anjar, Hadre, Dian, Rian, Vian, Mubin, Fhandy).
- (8) Henny Octa Nurviola yang senantiasa memberikan dukungan semangat dan do’anya kepada penulis.

(9) Semua pihak yang namanya belum tersebut dan telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, baik membantu secara langsung dan tidak langsung.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Mohon maaf apabila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juli 2010

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sahrial
NPM : 0405010582
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**STUDI ANALISIS OPTIMASI BIAYA PEMELIHARAAN JALAN
PROGRAM MANAJEMEN PRESERVASI
UNTUK PERKERASAN ASPAL**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 9 Juli 2010

Yang menyatakan



(Sahrial)

ABSTRAK

Nama : Sahrial
Program Studi: Teknik Sipil
Judul : Studi Analisis Optimasi Biaya Pemeliharaan Jalan Program Manajemen Preservasi Untuk Perkerasan Aspal

Aktifitas ekonomi merupakan hal yang sangat vital baik dalam skala makro maupun mikro. Aktifitas tersebut membutuhkan sarana transportasi untuk memindahkan barang maupun jasa dari tempat asal menuju tempat tujuan. Adanya kondisi permukaan yang rusak sangat mudah ditemui dalam sebagian besar ruas jalan sehingga dapat mengganggu kelancaran transportasi. Padahal kondisi permukaan akan mempengaruhi empat komponen utama yaitu kenyamanan, kapasitas beban, keamanan, estetika. Kenyataan yang ada saat ini, jalan akan diperbaiki atau diperbarui umur layannya ketika jalan telah rusak berat. Setiap tahunnya, pemerintah mengeluarkan dana yang besar untuk memperbaikinya.

Preservasi diharapkan menjadi sebuah manajemen sistem yang mampu menjawab tantangan tersebut. Besarnya penghematan yang dapat diperoleh dengan penerapan preservasi menjadi tujuan skripsi ini. Skripsi ini hanya merupakan gambaran awal terhadap keuntungan penerapan program preservasi, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efisiensi biaya yang lebih mendalam. Setelah dilakukan perhitungan dengan *Present Value* pada setiap alternatif, maka metode konvensional bisa 2,5 kali lebih mahal daripada metode preservasi.

Kata Kunci: Optimasi, Preservasi, Aspal, Jalan, Perkerasan.

ABSTRACT

Name : Sahrial
Program Study : Civil Engineering
Title : Study of Optimization Road Maintenance Cost Preservation Management Program For Asphalt Pavement

Economic activity very important both macro and micro scale. These activities require transportation to move goods and services from the place of origin to the destination. The existence condition of the damaged surface is easily found in most of the road, so that it can interfere with the smooth transportation. Though surface conditions will affect the four major components of comfort, load capacity, safety, aesthetics. The fact that there is now, the road will be repaired or renewed its life when the road was heavily damaged. Each year, the government issued a big fund to fix it.

Preservation is expected to become a management system that able to answer that challenge. The amount of savings that can be obtained by application of preservation is the objective of this final report. This final report is only a preliminary description of the advantages the application of preservation programs, so further research is needed on a deeper cost-efficiency. After calculation of Present Value at each alternative, then the conventional method can be 2,5 more expensive than the method of preservation.

Keywords: Optimization. Preservation. Asphalt. Road, Pavement

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Deskripsi Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sejarah Konstruksi Jalan	4
2.2 Jenis-jenis Perkerasan Jalan	5
2.2.1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	5
2.2.1.1 Tanah Dasar	7
2.2.1.2 Lapis Pondasi Bawah	7
2.2.1.3 Lapis Pondasi Atas	8
2.2.1.4 Lapis Permukaan	8
2.2.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	9
2.2.3 Perkerasan Komposit	9
2.3 Kerataan Permukaan (<i>Pavement Roughness</i>)	9
2.4 Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur	11
2.4.1 Retak Garis	13

2.4.2 Retak Kulit Buaya	14
2.4.3 Disintegrasi	15
2.4.4 Lubang	16
2.4.5 Delaminasi	16
2.4.6 Amblas	17
2.4.7 PecahTepi	18
2.4.8 Sungkur	19
2.4.9 Tambalan	20
2.4.10 Patahan	21
2.4.11 Celahan	21
2.4.12 Keriting	22
2.4.13 Pelepasan Butir	22
2.4.14 Alur Roda	22
2.5 Perbaikan dan Pemeliharaan Jalan	23
2.6 Umur Layan	25
2.7 Preservasi	27
2.8 Optimasi	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Pendahuluan	32
3.2 Alur Penelitian	32
3.3 Tahapan Penelitian	33
3.3.1 Analisa Data Eksisting	33
3.3.2 Pengembangan Database Eksisting	34
3.3.3 Simulasi Biaya	34
BAB 4 DATA DAN ANALISIS	35
4.1 Identifikasi Kerusakan Jalan	35
4.2 Pengembangan Database Eksisting	41
4.3 Perbaikan Kerusakan Jalan Program Preservasi	42
4.4 Simulasi Perhitungan Biaya Pemeliharaan Jalan	45
4.4.1 Alternatif yang Digunakan	45
4.4.2 Asumsi Biaya yang Digunakan	46
4.4.3 Simulasi Perhitungan Biaya	50

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR REFERENSI	59



DAFTAR GAMBAR

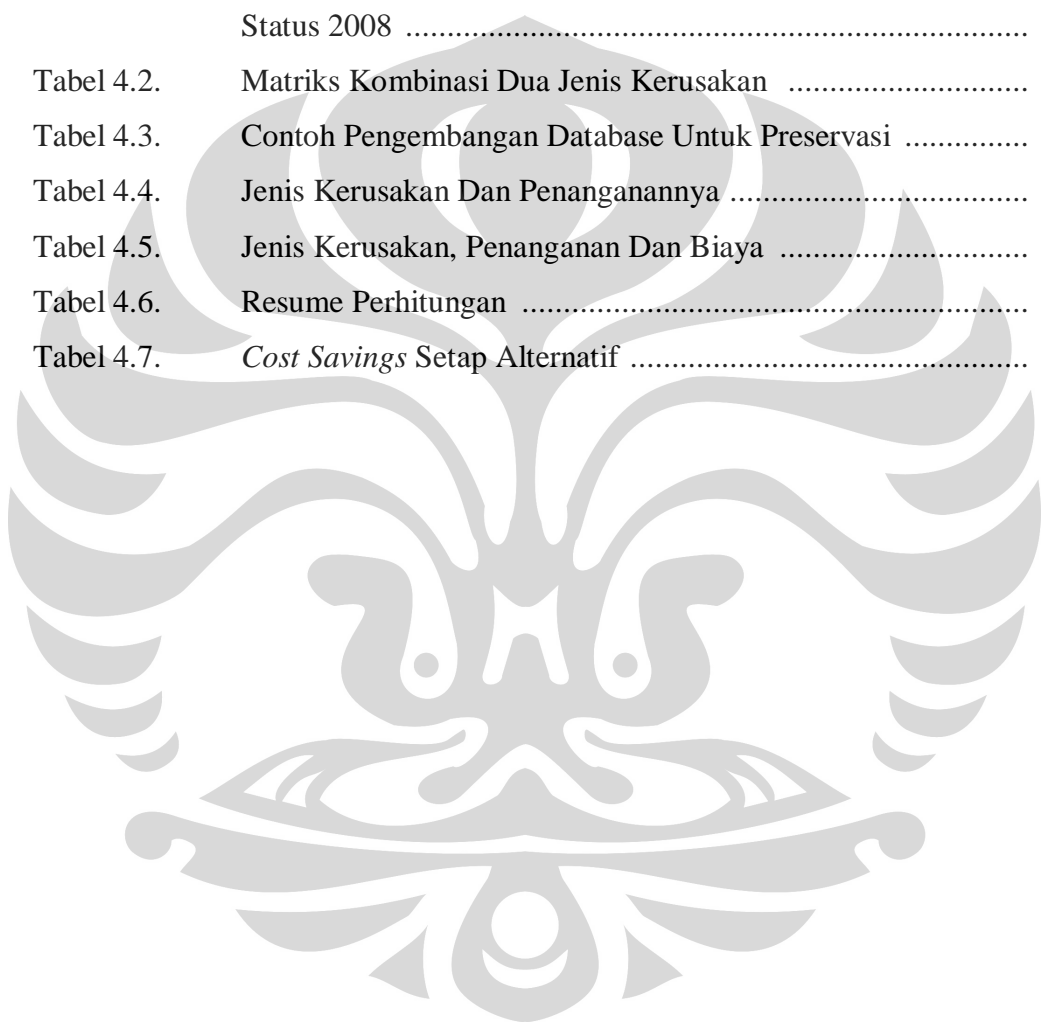
Gambar 2. 1.	Susunan Lapis Perkerasan Jalan	6
Gambar 2. 2.	Retak Garis pada Perkerasan Aspal	14
Gambar 2. 3.	Disintegrasi pada Perkerasan Aspal.....	15
Gambar 2. 4.	Lubang pada Perkerasan Aspal	16
Gambar 2. 5.	Delaminasi pada Perkerasan Aspal	17
Gambar 2. 6.	Amblas pada Perkerasan Aspal	18
Gambar 2. 7.	Pecah Tepi pada Perkerasan Aspal	19
Gambar 2. 8.	Sungkur pada Perkerasan Aspal	20
Gambar 2. 9.	Tambalan pada Perkerasan Aspal	21
Gambar 2. 10.	Grafik Perkembangan Kondisi Perkerasan	26
Gambar 2. 11.	Grafik Skenario Preservasi (<i>Serviceability vs Time</i>)	28
Gambar 3. 1.	Alur Penelitian	33
Gambar 4.1.	Peta provinsi Riau	36
Gambar 4.2.	Grafik Jenis Kerusakan dan Jumlah Kerusakan Pada Subruas Jalan Provinsi Riau Tahun 2008	38
Gambar 4.3.	Grafik Jenis Kerusakan dan Selisih Tahun Terhadap <i>Overlay</i> Terakhir Pada Subruas Jalan Provinsi Riau Tahun 2008	39
Gambar 4.4.	Grafik Jenis Kerusakan dan Selisih Tahun Terhadap <i>Overlay</i> Terakhir Pada Subruas Jalan Provinsi Riau Tahun 2008	40
Gambar 4.5.	<i>Cashflow</i> Alternatif 1	46
Gambar 4.6.	<i>Cashflow</i> Alternatif 2a	47
Gambar 4.7.	<i>Cashflow</i> Alternatif 2b	47
Gambar 4.8.	<i>Cashflow</i> Alternatif 3a	48
Gambar 4.9.	<i>Cashflow</i> Alternatif 3b	48
Gambar 4.10.	<i>Cashflow</i> Alternatif 4a	49
Gambar 4.11.	<i>Cashflow</i> Alternatif 4b	49
Gambar 4.12.	Perbandingan <i>Present Worth</i> Tiap Alternatif a (Per m ²)	52
Gambar 4.13.	Perbandingan <i>Present Worth</i> Tiap Alternatif b (Per m ²)	52

Gambar 4.14.	Perbandingan Prosentase Biaya yang Dikeluarkan Terhadap Alternatif a yang Paling Efisien	53
Gambar 4.15.	Perbandingan Prosentase Biaya yang Dikeluarkan Terhadap Alternatif b yang Paling Efisien	53
Gambar 4.16.	Strategi <i>Pavement Maintenance Program</i>	55
Gambar 4.17.	Pengembangan Strategi <i>Pavement Maintenance Program</i>	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana	10
Tabel 2.2.	International Roughness Index	11
Tabel 2.3.	Kerusakan dan Metode Perbaikan Pada Perkerasan Aspal	23
Tabel 4.1.	Monitoring Preidentifikasi Kerusakan Provinsi Riau Status 2008	36
Tabel 4.2.	Matriks Kombinasi Dua Jenis Kerusakan	38
Tabel 4.3.	Contoh Pengembangan Database Untuk Preservasi	41
Tabel 4.4.	Jenis Kerusakan Dan Penanganannya	42
Tabel 4.5.	Jenis Kerusakan, Penanganan Dan Biaya	44
Tabel 4.6.	Resume Perhitungan	51
Tabel 4.7.	<i>Cost Savings</i> Setap Alternatif	54



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1. Rumus *Net Present Value* 31



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas ekonomi membutuhkan sarana transportasi untuk memindahkan barang maupun jasa dari tempat asal ke tempat tujuan. Pertumbuhan jumlah penduduk, jumlah kendaraan dan jumlah berat muatan yang diangkut selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya, namun tidak diiringi dengan pertumbuhan jaringan jalan yang memadai. Hal ini mengakibatkan meningkatnya beban yang harus diterima struktur jalan. Sistem drainase yang buruk juga ikut mengakumulasi penyebab kerusakan jalan. Padahal kondisi permukaan akan mempengaruhi empat komponen utama yaitu :

1. Kenyamanan (*Riding Comfort*)
2. Kapasitas beban (*Load-Carrying Capacity*)
3. Keamanan (*Safety*)
4. Estetika (*Aesthetics*)

Dana yang dikeluarkan pemerintah untuk membiayai perbaikan jalan tersebut sangat besar. Untuk itu, diperlukan inovasi sistem perbaikan jalan yang lebih efektif dan efisien untuk menjawab tantangan tersebut.

1.2 Deskripsi Masalah

Dana yang dikeluarkan Pemerintah untuk pemeliharaan pada setiap tahunnya cukup besar. Namun demikian, kerusakan tetap terjadi sebagai akibat akumulasi dari berbagai penyebab kerusakan jalan seperti kelebihan beban muatan dan kesalahan dalam memprediksi volume lalu lintas yang ditambah dengan buruknya sistem drainase sehingga mudah ditemui genangan saat musim hujan tiba pada setiap ruas-ruas jalan.

Preservasi merupakan suatu program yang diharapkan dapat menjawab tantangan-tantangan dalam hal efisiensi pembiayaan. Hal yang berperan dalam hal ini adalah adanya *preventive maintenance* pada program preservasi. *Preventive maintenance* ini menjadi sangat penting karena dapat menghemat pengeluaran

biaya pemeliharaan jalan. Hal tersebut karena dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi, serta menambah umur layan perkerasan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai perbandingan biaya skenario konvensional dan skenario preservasi kemudian membandingkan kedua skenario tersebut dengan pertimbangan biaya yang dikeluarkan pada masing-masing skenario.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penulisan skripsi ini yaitu hanya terbatas pada preservasi pada perkerasan aspal. Peninjauan biaya dilakukan dengan menggunakan pendekatan finansial dengan Metode Nilai Sekarang (*Present Value*).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini diantaranya yaitu :

1. Mengetahui efisiensi biaya pemeliharaan jalan dengan program preservasi
2. Sebagai bahan rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan skripsi ini, dibagi dalam lima (5) bab yang terdiri dari :

Pada bab pertama berisi tentang uraian mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penulisan, serta sistematika penulisan.

Pada bab kedua berisi tentang uraian mengenai dasar teori, mengenai konstruksi perkerasan lentur dan preservasi.

Pada bab ketiga ini menjelaskan mengenai metode pengumpulan informasi dan data yang digunakan sebagai penunjang dalam penulisan, serta kerangka pemikiran sebagai dasar dalam membuat alur penelitian pada penulisan skripsi ini.

Pada bab keempat ini berisi tentang perhitungan dan analisis terhadap biaya pada setiap alternatif.

Pada bab kelima berisi tentang kesimpulan dan saran penulis.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Konstruksi Jalan

Dalam sejarahnya, berbagai macam teknik digunakan untuk membangun jalan raya. Di Eropa Utara yang sulit karena tanah basah yang berupa "bubur", dipilih jalan kayu berupa gelondongan kayu dipasang diatas ranting, lalu diatasnya disusun kayu secara melintang berpotongan untuk melalui rintangan tersebut.

Di kepulauan Malta ada bagian jalan yang ditatah agar kendaraan tidak meluncur turun. Sedangkan masyarakat di Lembah Sungai Indus, sudah membangun jalan dari bata yang disemen dengan bituna (bahan aspal) agar tetap kering. Dapat dikatakan, pemakaian bahan aspal sudah dikenal sejak milenium ke 3 sebelum masehi dikawasan ini, terbukti di Mahenjo Daro, Pakistan, terdapat penampung air berbahan batu bata bertambalkan aspal.

Konstruksi jalan Bangsa Romawi berciri khas lurus dengan empat lapisan. Lapisan pertama berupa hamparan pasir atau adukan semen, lapisan berikutnya berupa batu besar datar yang kemudian disusul lapisan kerikil dicampur dengan kapur, kemudian lapisan tipis permukaan lava yang mirip batu api. Ketebalan jalan itu sekitar 0,9-1,5 m. Rancangan Jalan Romawi tersebut termasuk mutakhir sebelum muncul teknologi jalan modern di akhir abad XVIII atau awal abad XIX. Sayangnya jalan itu rusak ketika Romawi mulai runtuh.

Seorang skotlandia bernama Thomas Telford (1757 - 1834) membuat rancangan jalan raya, di mana batu besar pipih diletakan menghadap ke atas atau berdiri dan sekarang dikenal dengan pondasi jalan Telford. Konstruksi ini sangat kuat terutama sebagai pondasi jalan, dan sangat padat karya karena harus disusun dengan tangan satu per satu. Banyak jalan yang bermutu baik dengan konstruksi Telford, tetapi tidak praktis memakan waktu.

Oleh sebab itu ada konstruksi berikutnya oleh John Loudon Mc Adam (1756-1836). Konstruksi jalan yang di Indonesia dikenal dengan jalan Makadam itu lahir berkat semangat membuat banyak jalan dengan biaya murah. Jalan tersebut berupa batu pecah yang diatur padat dan ditimbun dengan kerikil. Jalan

Makadam sangat praktis, batu pecah digelar tidak perlu disusun satu per satu dan saling mengunci sebagai satu kesatuan.

Di akhir abad ke XIX, seiring dengan maraknya penggunaan sepeda, pada 1824 dibangun jalan aspal namun dengan cara menaruh blok-blok aspal. Jalan bersejarah itu dapat disaksikan di Champ-Elysees, Paris, Perancis. Jalan aspal yang bersipat lebih plastis atau dapat kembang susut yang baik terhadap perubahan cuaca dan sebagai pengikat yang lebih tahan air.

Di Skotlandia, hadir jalan beton yang dibuat dari semen portland pada 1865. Sekarang banyak jalan tol dengan konstruksi beton (tebal minimum 29 cm) dan tahan hingga lebih dari 50 tahun serta sangat kuat sekali memikul beban besar.

Jalan Aspal modern merupakan hasil karya imigran Belgia Edward de Smedt di Columbia University, New York. Pada tahun 1872, ia sukses merekayasa aspal dengan kepadatan maksimum. Aspal itu dipakai di Battery Park dan Fifth Avenue, New York, tahun 1872 dan Pennsylvania Avenue, Washington D.C pada tahun 1877.

2.2 Jenis-jenis Perkerasan Jalan

Berdasarkan bahan ikat, lapisan dibagi atas tiga kategori :

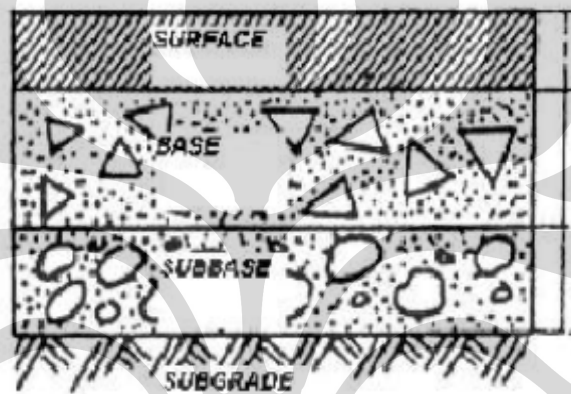
1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)
3. Perkerasan komposit

2.2.1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) menurut merupakan struktur perkerasan yang sangat banyak digunakan dibandingkan dengan struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*). Struktur perkerasan lentur tersebut umum digunakan dalam konstruksi jalan atau dalam landasan pacu. Tujuan struktur perkerasan adalah:

- Supaya di atas struktur perkerasan itu dapat lalui setiap saat. Oleh karena itu lapis permukaan perkerasan harus kedap air sehingga melindungi lapis tanah dasar agar kadar air lapis tanah dasar tidak mudah berubah.

- Mendistribusikan beban terpusat, sehingga tekanan yang terjadi pada lapis tanah dasar menjadi lebih kecil. Oleh karena itu lapis struktur perkerasan harus dibuat dengan sifat modulus kekakuan (modulus elastisitas) lapis di atas lebih besar daripada lapis di bawahnya.
- Menyediaan kekesatan agar aman. Oleh karena itu permukaan perkerasan harus kasar, sehingga mempunyai koefisien gesek yang besar antara roda dan permukaan perkerasan.
- Menyediaan kerataan agar nyaman. Oleh karena itu permukaan harus rata, sehingga pengguna tidak terguncang pada saat lewat pada perkerasan.



Gambar 2. 1. Susunan Lapis Perkerasan Jalan

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Lapis permukaan dari struktur perkerasan lentur ini merupakan campuran agregat yang bergradasi rapat dan aspal, atau disebut juga campuran beraspal. Kedua bahan ini dicampur dalam keadaan panas (sehingga dikenal dengan nama hot mix, dihamparkan serta dipadatkan dalam keadaan panas pula. Lapis permukaan ini harus kedap air, permukaannya rata namun kasar. Lapis struktur di bawah lapis permukaan adalah lapis pondasi, dan dibuat dari batu pecah. Lapis di bawahnya adalah lapis pondasi bawah, dan dibuat dari pasir batu (sirtu). Lapis pondasi maupun lapis pondasi bawah ini juga dapat dibuat dari bahan lain seperti material yang distabilitasi dengan portland semen, kapur, aspal, maupun bahan pengikat lainnya. Semua lapis ini dikonstruksi dilapis tanah dasar, yaitu tanah

yang telah dipadatkan. Biaya konstruksi struktur perkerasan lentur ini relatif lebih murah dibandingkan dengan struktur perkerasan kaku. Di Indonesia, lebih banyak tenaga pelaksana yang ahli dalam pembuat konstruksi perkerasan lentur dibandingkan dengan perkerasan kaku. Agar struktur perkerasan lentur ini berfungsi dengan baik, maka selain perkerasan harus terpelihara dengan baik, bahu jalan dan saluran samping juga harus terpelihara.

2.2.1.1. Tanah Dasar

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

Persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah :

- a. perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti ragam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam-macam tanah tertentu
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

2.2.1.2. Lapis Pondasi Bawah

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dengan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah adalah :

1. Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
2. Efisiensi penggunaan material. Materi pondasi bawah lebih murah daripada lapisan di atasnya.

3. Lapis pereseapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
4. Lapisan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Bahannya dari bermacam-macam bahan setempat ($CBR > 20\%$, $PI < 10\%$) yang relative auh lebih baik dengan tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar didapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

2.2.1.3. Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas adalah bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Fungsi lapis pondasi atas adalah :

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
2. Lapisan pereseapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Bahan untuk lapis pondasi atas cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban- beban roda.

Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknis. Berbagai macam bahan alam/bahan setempat ($CBR > 50\%$, $PI < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapisan pondasi atas, antara lain batumerah, kerikil, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

2.2.1.4. Lapis Permukaan

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Lapisan tersebut berfungsi sebagai berikut :

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda
2. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca

3. Sebagai lapisan aus

Lapis permukaan berdasarkan fungsinya :

1. Lapis non struktural, sebagai lapis aus dan kedap air.
2. Lapis struktural, sebagai lapis yang menahan dan menyebarkan beban roda.

Bahan-bahannya terdiri dari batu pecah, kerikil, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air dan memberikan bantuan tegangan tarik yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana, serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

2.2.2. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen portland, pelat beton dengan atau tanpa halangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

2.2.3 Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya. Perkerasan komposit ini biasa digunakan sebagai *runway* pesawat terbang.

2.3 Kerataan Permukaan (*Pavement Roughness*)

Tingkat pelayanan perkerasan (*pavement serviceability*) sebagian besar merupakan fungsi dari kerataan permukaan perkerasan (*roughness*). Dari hasil studi yang dilakukan oleh AASHO diperoleh keterangan bahwa 95% informasi

mengenai tingkat pelayanan perkerasan dikontribusi oleh kondisi kerataan pada permukaan perkerasan dan sekitar 5% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Standar satuan pengukuran kerataan permukaan perkerasan yang ada saat ini diantaranya Index Permukaan (IP) atau *Present Serviceability Index* (PSI), *Riding Comfort Index* (RCI) dan *International Roughness Index* (IRI).

Index Permukaan menyatakan nilai daripada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP atau *Present Serviceability Index* (PSI) beserta artinya menurut Departemen Pekerjaan Umum dalam *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen* tersebut dibawah ini :

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat. Sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan

IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin

IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap

IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER) menurut tabel dibawah ini:

Tabel 2. 1. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana

LER *)	Klasifikasi jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	tol
< 10	1.0-1.5	1.5	1.5-2.0	-
10-100	1.5	1.5-2.0	2.0	-
100-1000	1.5-2.0	2.0	2.0-2.5	-
> 1000	-	2.0-2.5	2.5	2.5

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Nilai index PSI berkisar antara 5 hingga 0 (nol), dimana 5 menyatakan kondisi yang sangat baik dan 0 menyatakan kondisi yang paling buruk. Index nilai RCI mempunyai standar yang hampir sama hanya mempunyai perbedaan pada skalanya. Nilai 10 diberikan untuk kondisi terbaik dan nilai 0 untuk kondisi terburuk. Index nilai IRI mempunyai pola yang berbeda dimana nilai index yang diberikan berbeda dibanding dua standar sebelumnya (PSI dan RCI). Nilai kondisi permukaan perkerasan yang baik untuk standar nilai IRI bernilai 0 dan yang untuk kondisi paling buruk bernilai ≥ 16 . Lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2. International Roughness Index

IRI	Kondisi permukaan Secara Visual
0-3	Sangat rata dan teratur
3-4	Sangat baik dan umumnya rata
4-6	Baik
6-8	Sedikit atau tidak ada lubang namun permukaan tidak rata.
8-10	Ada lubang jelek, permukaan tidak rata.
10-12	Rusak, bergelombang, banyak lubang.
12-16	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur.
>16	Tidak bisa dilalui kecuali kendaraan 4WD

Sumber : Subdit Teknis Jalan, Ditjen Pengembangan Perkotaan,

DEPKIMBANGWIL RI

IRI adalah parameter kekasaran yang dihitung dari jumlah kumulatif naik-turunnya permukaan arah profil memanjang dibagi dengan jarak/panjang permukaan yang diukur.

2.4 Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

Besarnya pengaruh suatu kerusakan dan langkah penanganan selanjutnya sangat bergantung dari evaluasi yang dilakukan oleh pengamat lapangan. Oleh

karena itu, pengamat haruslah orang yang benar-benar menguasai jenis dan sebab serta tingkat penanganan yang dibutuhkan dari kerusakan-kerusakan yang timbul.

Kerusakan pada perkerasan konstruksi jalan dapat disebabkan oleh :

1. Lalulintas yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban.
2. Air yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air dengan sifat kapilaritas.
3. Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan yang tidak baik.
4. Iklim. Indonesia beriklim tropis, dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasar yang memang jelek.
6. Proses pemadatan di atas lapisan tanah dasar yang kurang baik.

Umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul itu tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi dapat merupakan gabungan dari penyebab yang saling menguatkan. Sebagai contoh adalah retak pinggir, pada awalnya dapat diakibatkan oleh tidak baiknya sokongan dari samping. Dengan terjadinya retak pinggir, memungkinkan air meresap masuk ke lapis di bawahnya yang melemahkan ikatan antara aspal dengan agregat, hal ini dapat menimbulkan lubang-lubang disamping melemahkan daya dukung lapisan di bawahnya. Dalam mengevaluasi kerusakan jalan perlu ditentukan :

- Jenis kerusakan (*distress type*) dan penyebabnya.
- Tingkat kerusakan (*distress severity*)
- Jumlah kerusakan (*distress amount*)

Sehingga dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang paling sesuai.

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)

3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding or flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cut depression*)

Sedangkan menurut Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan Direktorat Perkotaan Metropolitan pada Modul Pelatihan *Urban Road Management Systems* tahun 2001, kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

2.4.1. Retak Garis

Uraian:

- Retak-retak yang tampak di permukaan sebagai akibat keretakan di lapisan bawah aspal. Biasanya tercermin dalam bentuk retak-retak memanjang dan melintang.
- Retak yang sejajar dengan dan dalam 30 cm dari tepi perkerasan; keretakan dapat berupa suatu retak lurus yang hampir menerus, atau retak-retak yang terdiri dari suatu formasi bentuk sabit. Keretakan tepi yang berkembang secara berangsur akan mengganggu ke luar jalur roda, melalui bagian tengah lajur jalan dan bahkan dapat menyebar ke garis tengah jalan. Retak yang mengganggu dari sisi ke sisi perkerasan biasanya cukup panjang.
- Retakan yang terjadi secara acak sepanjang permukaan perkerasan, kadang-kadang secara berbelok-belok.
- Retakan tampak membuat suatu kombinasi retak memanjang dan melintang yang membentuk sebuah peta, ukuran bidangnya lebih besar dari 50 x 50 cm.
- Retak-retak yang terjadi kurang lebih sejajar dengan arah lalu lintas dan berada pada atau dekat pusat jalur roda, garis tengah, lajur tengah atau tepi perkerasan.
- Retak-retak yang mengikuti arah kira-kira suatu bentuk cincin terhadap garis tengah perkerasan.
- Retak-retak yang melintang penuh cenderung berjarak teratur sepanjang panjang jalan, retak melintang setengah dan sebagian terjadi pada rentang yang lebih pendek.

Penilaian (Keparahan):

1. Retak Sempit, lebar: < 3 mm
2. Retak Lebar, lebar: > 3 mm
3. Retak Lebar > 3 mm dengan kelonggaran (spalling)

Besaran retak dinyatakan dalam meter panjang. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal retak garis terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Retak Garis pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.2. Retak Kulit Buaya

Uraian:

- Retak-retak yang membentuk sebuah jaringan dari bidang bersegi banyak (poligon) menyerupai kulit buaya
- Ukuran bidang bisa berkisar antara 5 cm sampai sekitar 50 cm.
- Daerah dengan retak kulit buaya dapat atau tidak dapat disertai oleh penyimpangan dalam bentuk penurunan dan dapat terjadi di manapun pada permukaan perkerasan.

Penilaian (Keparahan) :

1. Ukuran Bidang (Jarak retak): > 100 mm
2. Ukuran Bidang (Jarak retak): < 100 mm
3. Ukuran Bidang (Jarak retak): < 100 mm dan spalling

Luasan retak kulit buaya dinyatakan dalam meter persegi.

2.4.3. Disintegrasi

Uraian:

- Kehilangan material perkerasan bertahap dari lapisan permukaan ebut bawah.. Pelepasan butir dapat terjadi di atas seluruh permukaan, tetapi jalur-jalur roda umumnya adalah daerah terburuk karena aksi lalu lintas.
- Pelepasan butir permukaan yang dapat berupa agregat kasar dan halus sudah dikikis dan hal ini kehilangan material seluruhnya. Tekstur kasar, meskipun dengan aspal hotmix, biasanya masih terdapat material halus pada permukaan.

Penilaian (Keparahan):

1. Kehilangan material halus dari permukaan, ebut sedikit tekstur kasar dalam penampilan tapi tidak terlihat dalam hal kualitas pengendalian atau suara ebut ban. Kedalaman rata-rata dari kehilangan bahan: < 2 mm.
2. Kehilangan material halus dan kasar, ebut suatu tekstur yang sangat tidak rata, yang terlihat kepada pemakai jalan dalam hal mutu pengendalian dan suara ebut ban. Kedalaman rata-rata dari kehilangan bahan: 2-10 mm.
3. Disintegrasi permukaan namun tidak sampai ke lapisan pondasi. Kedalaman rata-rata bahan yang hilang: > 10 mm

Luasan disintegrasi dinyatakan dalam meter persegi. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal disintegrasi terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 3. Disintegrasi pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.4. Lubang

Uraian:

Lubang-lubang, amblas berbentuk mangkuk (lubang) pada perkerasan dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya.

Penilaian (Keparahan):

Semua lubang diberi peringkat keparahan 3. Luasan daerah berlubang dinyatakan dalam meter persegi. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal lubang:



Gambar 2. 4. Lubang pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.5. Delaminasi

Uraian:

- Lapisan permukaan mengelupas dari lapisan bawahnya membentuk lubang-lubang ke dalam lapisan aspal.
- Lapisan permukaan bergerak dalam arah memanjang dan/atau melintang akibat pergerakan lalu lintas membuat retak-retak terbuka ke lapisan aspal bawah (khususnya pada persimpangan).
- Jika tidak ada ikatan antara dua lapisan aspal teratas maka lalu lintas akan menimbulkan getaran-getaran pada lapisan permukaan dan akan mulai hancur,

tanda pertama bisa berupa retak-retak, yang berkembang secara cepat menjadi retakan kulit buaya dan dengan kecepatan yang sama menjadi lubang-lubang.

Penilaian (Keparahan):

1. Ketebalan lapisan terdelaminasi: < 20 mm (slurry seals dan surface treatment)
2. Ketebalan lapisan terdelaminasi: 20-50 mm (*overlay*)
3. Ketebalan lapisan terdelaminasi: >50 mm (*overlay*)

Luasan delaminasi dinyatakan dalam meter persegi. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal delaminasi:



Gambar 2. 5. Delaminasi pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.6. Ambblas (Depresi)

Uraian:

Ambblas berbentuk mangkuk terdapat pada jalur roda pada umumnya, bersamaan dengan dorongan ke samping dari material perkerasan.

Penilaian (Keparahan):

1. Kedalaman maksimum di bawah straight edge 1,80 m: < 20 mm
2. Kedalaman maksimum di bawah straight edge 1,80 m: 20 - 50 mm
3. Kedalaman maksimum di bawah straight edge 1,80 m: > 50 mm

Luasan dari ambblas (depresi) dinyatakan dalam meter persegi. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal ambblas:



Gambar 2. 6. Amblas pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.7. Pecah Tepi

Uraian:

- Amblas berbentuk mangkuk (lubang) pada perkerasan terbuka sampai ke bahu jalan
- Bisa tidak berhubungan dengan kerusakan-kerusakan permukaan lainnya
- Bisa berhubungan dengan kerusakan-kerusakan permukaan lain seperti pelepasan butir, retak, atau retak kulit buaya
- Pecah tepi terjadi dengan atau tanpa retak-retak

Penilaian (Keparahan):

1. Lebar rata-rata dari kehilangan tepi: < 100 mm
2. Lebar rata-rata dari kehilangan tepi: 100-200 mm
3. Lebar rata-rata dari kehilangan tepi: > 200 mm

Luasan dari kehilangan tepi dinyatakan dalam meter panjang. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal pecah tepi:



Gambar 2. 7. Pecah Tepi pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.8. Sungkur (Bergelombang)

Uraian:

Penggelombangan melintang secara teratur pada permukaan perkerasan, yang terdiri atas perulangan puncak dan lembah – efek papan cuci; ketidakrataan permukaan perkerasan yang disebabkan oleh aksi lalu lintas, yang menggerakkan permukaan perkerasan ke arah depan, belakang atau samping.

Penilaian (Keparahan):

1. Perbedaan elevasi antara tempat rendah dan tinggi: < 20 mm
2. Perbedaan elevasi antara tempat rendah dan tinggi: 20 - 50 mm
3. Perbedaan elevasi antara tempat rendah dan tinggi: > 50 mm

Luasan dari sungkur (bergelombang) dinyatakan dalam meter persegi. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal sungkur (bergelombang):



Gambar 2. 8. Sungkur pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.9. Tambalan

Uraian:

Tambalan adalah bidang permukaan perkerasan berbentuk tidak teratur dimana lubang-lubang, ambles dan retak-retak telah diperbaiki dan diratakan dengan material beraspal, batu-batu atau agregat lainnya.

Penilaian (Keparahan):

1. Tambalan berbentuk bujur sangkar, diisi dengan hotmix dan dipadatkan, rata dengan permukaan perkerasan yang ada. Tidak ada kerusakan terlihat pada tambalan.
2. Tambalan lebih rendah/tinggi dari permukaan yang ada, tidak secara benar dibuat segi empat sebelum ditambal.
3. Tambalan dengan kerusakan-kerusakan yang terlihat seperti retak-retak dalam dan/atau sekitar tambalan. Tambalan tidak dibuat dengan material standar, seperti bahan bangunan tua, beton, batu-batu atau agregat yang lain.

Luasan dari tambalan dinyatakan dalam meter persegi. Foto bidang yang memperlihatkan kerusakan tipikal tambalan:



Gambar 2. 9. Tambalan pada Perkerasan Aspal

Sumber: URMS, 2001

2.4.10. Patahan

Deskripsi:

Penurunan, dalam arah pergerakan lalu-lintas, pada sambungan 2 buah pelat. Hal ini terjadi pada sambungan perkerasan kaku dan lapisan aspal pada lean concrete.

Penilaian (Keparahan) :

1. Perbedaan tinggi antara 2 pelat beton < 10 mm
2. Perbedaan tinggi antara 2 pelat beton 10 – 20 mm
3. Perbedaan tinggi antara 2 pelat beton > 20 mm

Besaran patahan dinyatakan dalam meter.

2.4.11. Celahan

Deskripsi:

Celah yang sempit dan dalam yang diakibatkan oleh air. Hal ini terjadi pada permukaan kerikil.

Penilaian (Keparahan) :

Seluruh celahan diberi nilai 3. Luasan celahan dinyatakan dalam meter persegi.

2.4.12. Keriting

Deskripsi :

Ketidakrataan berupa gelombang pendek yang membentuk permukaan seperti papan cuci. Hal ini terjadi pada lapis permukaan batuan (kerikil) dan pada lapisan tabur dengan gradasi batuan yang tidak teratur.

Penilaian (Keparahan) :

1. Gelombang permukaan sedikit – gelombang pendek, ketidakrataan rendah, tinggi gelombang < 10 mm.
2. Gelombang permukaan sedang – gelombang pendek, ketidakrataan sedang, tinggi gelombang 10 – 30 mm.
3. Gelombang permukaan berat – gelombang pendek, ketidakrataan tinggi, tinggi gelombang > 30 mm.

2.4.13. Pelepasan Butir

Deskripsi :

Erosi lapis permukaan sebagai konsekuensi dari lalu-lintas, hujan dan siklus pembekuan – pencairan. Hal ini terjadi lapis permukaan aspal dan permukaan batuan.

Penilaian (Keparahan) :

1. Kehilangan tebal lapis permukaan kurang dari 10 %.
2. Kehilangan tebal lapis permukaan antara 10 – 30 %.
3. Kehilangan tebal lapis permukaan lebih dari 30 %.

2.4.14. Alur Roda

Deskripsi :

Depresi (amblas) memanjang pada alur roda kendaraan yang diakibatkan oleh lalu-lintas. Hal ini terjadi pada permukaan aspal, batuan, batuan bulat dan blok beton.

Penilaian (Keparahan) :

1. Kedalaman alur roda rata-rata < 20 mm.
2. Kedalaman alur roda rata-rata antara 20 – 50 mm
3. Kedalaman alur roda rata-rata > 50 mm

2.5 Perbaikan dan Pemeliharaan Jalan

Pada tahun 1995 Departemen Pekerjaan Umum telah mengeluarkan Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi. Kerusakan-kerusakan pada perkerasan jalan atau lapisan penutup aspal harus diprioritaskan perbaikannya, karena di daerah dengan curah hujan yang tinggi seperti Indonesia, perkerasan dapat lebih cepat rusak. Oleh karena itu diperlukan metode perbaikan standar untuk pemeliharaan rutin perkerasan jalan dan bahu jalan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3. Kerusakan dan Metode Perbaikan Pada Perkerasan Aspal

PERKERASAN	KERUSAKAN	P1	P2	P3	P4	P5	P6
BERASPAL		Penebaran pasir	Pengaspalan	Penutupan retak	Pengisian retak	Penambalan lubang	Perataan
111	Lubang					X	X
112	Gelombang					X	X
113	Alur					X	X
114	Ambles					X	X
115	Jembul					X	X
116	Kerusakan tepi		X			X	
117	Retak buaya		X			X	
118	Retak garis		X	X	X		
119	Kegemukan Aspal	X					
120	Terkelupas		X				

Sumber: Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi. 1995

Metode Perbaikan P1 menggunakan *air compressor* untuk membersihkan daerah kerja, kemudian menaburkan pasir kasar pada daerah yang akan diperbaiki (ketebalan > 10 mm) dan dipadatkan dengan *baby roller*.

Metode Perbaikan P2 menggunakan *air compressor* untuk membersihkan daerah kerja, kemudian menyemprotkan aspal emulsi 1,5 liter/m² di daerah yang akan diperbaiki. Tunggu hingga aspal mulai pecah. Lalu taburkan pasir kasar atau agregat 5mm di daerah yang akan diperbaiki. Padatkan pasir atau agregat dengan *baby roller*.

Metode Perbaikan P3 menggunakan *air compressor* untuk membersihkan daerah kerja, kemudian mengaduk aspal emulsi dan pasir kasar dengan menggunakan *concrete mixer* dengan komposisi pasir 20 liter dan aspal emulsi 6 liter. Semprotkan *tack coat* ($0,2 \text{ liter/m}^2$) di daerah yang diperbaiki. Taburkan campuran aspal di daerah yang akan diperbaiki (minimum ketebalan 10 mm). Padatkan campuran aspal dengan *baby roller*.

Metode Perbaikan P4 menggunakan *air compressor* untuk membersihkan daerah kerja, kemudian mengisi retak dengan aspal emulsi menggunakan *asphalt sprayer*. Taburkan pasir kasar di daerah yang diperbaiki (tebal 10 mm). Padatkan pasir tersebut dengan *baby roller*.

Metode Perbaikan P5 menggunakan *air compressor* untuk membersihkan daerah kerja, kemudian menggali material pondasi jalan hingga lapisan keras (biasanya kedalaman perkerasan jalan 150-200 mm, harus dibobok/ digali). Periksa kadar air optimum material perkerasan jalan yang ada. Jika kering tambahkan air hingga keadaan optimum, jika basah gali material dan biarkan sampai kering. Gunakan *vibrating rammer* untuk memadatkan material lapisan dasar yang ada. Tambahkan agregat kelas "A" dengan ketebalan maksimum 100 mm dalam keadaan OMC. Padatkan tiap lapis agregat "A" sampai 40 mm dibawah permukaan dengan *vibrating plate temper*. Laburkan *prime coat* dengan menggunakan *asphalt sprayer*. Aduk agregat untuk campuran dingin dalam *concrete mixer*. Untuk campuran dingin, tambahkan semua agregat sebelum aspal. Tambahkan aspal dan aduk selama 4 menit. Siapkan campuran aspal dingin secukupnya untuk keseluruhan dari pekerjaan ini. Taburkan campuran aspal dingin diatas permukaan. Padatkan dengan *baby roller* kemudian periksa kerataan dengan permukaan yang ada.

Metode Perbaikan P6 menggunakan *air compressor* untuk membersihkan daerah kerja, kemudian laburkan *tack coat* pada daerah kerusakan. Aduk agregat untuk campuran dingin dengan *concrete mixer* untuk campuran dingin tambahkan agregat sebelum aspal. Tambahkan material aspal dan aduk selama 4 menit. Siapkan campuran aspal dingin secukupnya hingga pekerjaan selesai. Taburkan campuran aspal dingin pada permukaan yang telah diberi lekatan. Padatkan dengan *baby roller*.

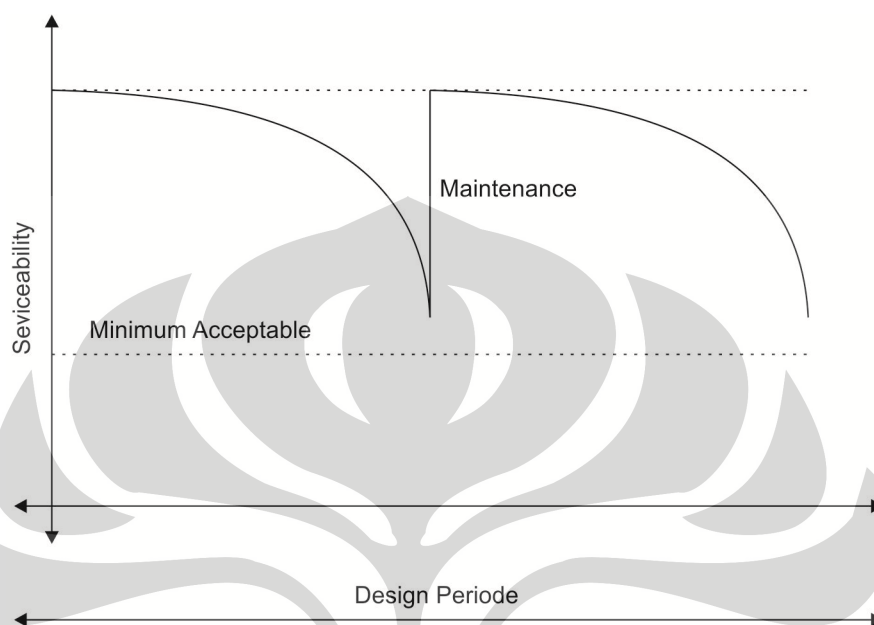
2.6 Umur Layan

Umur layan jalan sudah ditentukan saat desain awal jalan tersebut dengan pertimbangan perkiraan lintas harian rata-rata yang akan melalui jalan tersebut. Namun dalam keadaan aktual, umur layan ini bisa jadi berbeda dari umur layan rencana karena bergantung pada jumlah volume lalu lintas yang menggunakannya. Pada umumnya umur layan jalan baru pada perkerasan lentur diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Pada masa tersebut, tetap dilakukan pemeliharaan rutin. Indeks permukaan akan menurun sesuai dengan jumlah arus lalu lintasnya, hingga mencapai nilai paling kecil untuk kemudian menjadi kerusakan berat dan hancur. Untuk memperpanjang masa layan, tindakan pemeliharaan sangat membantu dalam memperpanjang dan dapat dilakukan dengan biaya minimal jika dilakukan dengan tepat.

Tujuan dari program pemeliharaan jalan adalah antara lain: (i) perbaikan terhadap kerusakan fungsional konstruksi perkerasan; (ii) memperpanjang umur fungsi dan struktur jalan; (iii) mempertahankan faktor keamanan jalan; dan (iv) menjaga jalan tetap pada kondisi baik, tindakan ini merupakan tindakan preventif untuk memperpanjang masa layan jalan. Kriteria yang dipergunakan untuk program pemeliharaan dikelompokkan menjadi: (i) aksi cepat (*immediate response*) harus dilaksanakan segera -dengan hitungan jam- bila kerusakan jalan dapat mengakibatkan gangguan nyata pada arus lalu lintas dan harus segera ditangani seperti longsor; (ii) aksi segera (*intermediate response*) dilaksanakan segera -dalam hitungan hari atau minggu- bila kerusakan berat terjadi yang dapat mengakibatkan penurunan tingkat keselamatan pengguna jalan seperti kerusakan berat konstruksi perkerasan; (iii) aksi tunda (*delayed response*) dilaksanakan dalam hitungan bulan, tindakan remedial dilakukan untuk komponen jalan yang tidak berpengaruh langsung pada layanan jalan seperti pemeliharaan saluran drainasi; dan (iv) pemeliharaan preventif yang memerlukan kegiatan yang direncanakan, diprogramkan, dan dilaksanakan setiap tahun.

Evaluasi tingkat pelayanan perkerasan (*pavement serviceability-performance*) meliputi kegiatan pengamatan perilaku perkerasan secara keseluruhan. Untuk menganalisa hal tersebut perlu dilakukan pencatatan kondisi atau kualitas permukaan perkerasan serta jumlah kendaraan yang melintasinya setiap kali

dilakukan pengamatan. Informasi tersebut dapat dituangkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2. 20. Grafik perkembangan kondisi perkerasan

Dari grafik terlihat adanya penurunan dari tahun awal pengoperasian ke tahun berikutnya. Untuk menjaga agar kondisi perkerasan tetap dapat memenuhi fungsinya dengan baik maka harus dilakukan kegiatan perbaikan dan pemeliharaan.

Serviceability harus dapat mewakili standar atau maksud dari adanya perkerasan yaitu memperhalus kondisi jalan, memberikan kenyamanan pengendara, dan keselamatan pengguna jalan. Dengan kata lain ukuran tersebut dapat memberikan informasi mengenai respon pengguna jalan terhadap adanya perkerasan. Respon tersebut dapat berupa :

1. Respon terhadap pergerakan kendaraan, berupa interaksi antara perkerasan dan laju kendaraan pada kecepatan tertentu.
2. Respon terhadap kondisi visual perkerasan, berupa pengaruh adanya retak (*cracking*) dan penambalan (*patching*), kondisi bahu jalan, dan lain-lain.

2.7 Preservasi

UU No.22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas Kewajiban Penyelenggara Jalan

Pasal 24

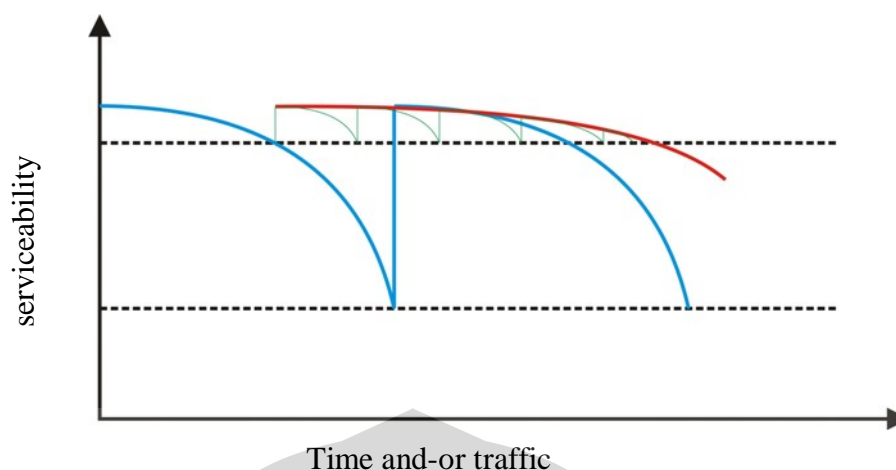
1. Penyelenggara jalan wajib segera dan patut untuk memperbaiki jalan yang rusak yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas
2. Dalam hal belum dapat dilakukan perbaikan jalan yang rusak sebagaimana yang dimaksud dalam ayat 1), penyelenggara jalan wajib memberi tanda atau rambu pada jalan yan rusak untuk mencegah terjadinya kecelakaan lalu lintas

Pasal 29

1. Untuk mendukung pelayanan lalu lintas dan angkutan jalan yang aman, selamat, tertib, dan lancar, kondisi jalan harus dipertahankan

Kedua pasal tersebut menunjukkan bahwa dengan telah dikeluarkannya UU no. 22 tahun 2009 membuka era baru dalam perkerasan jalan, dimana penyelenggara jalan harus dapat mempertahankan kinerja perkerasan. Oleh karena itu, tindakan preservasi merupakan salah satu cara untuk mencapai tujuan tersebut.

Preservasi merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga umur layan jalan. Hal tersebut termasuk perawatan preventif, rehabilitasi minor (*asphalt crack sealing, chip sealing, slurry or micro-surfacing, thin and ultra-thin hot-mix asphalt overlaycrack sealing, chip shealing*) dan perawatan rutin.



Gambar 2. 31. Grafik Skenario Preservasi (*Serviceability vs Time*)

Seperti terlihat pada grafik diatas, dengan melakukan program preservasi diharapkan umur layan akan selalu terjaga, sehingga biaya perawatan jalan tidak sebesar jika dilakukan perbaikan saat jalan sudah rusak.

Preservasi ini selain bertujuan untuk mempertahankan umur layan yang sangat berperan dalam hal kelancaran lalu lintas (untuk menjaga volume lalu lintas yang melintas), juga dapat menurunkan angka kecelakaan. Bahkan dalam skala besar, preservasi dapat menurunkan biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan jalan ketika jalan sudah rusak berat. Preservasi ini meliputi dua hal, yaitu masa rekonstruksi dan masa rehabilitasi.

Pada masa rekonstruksi, jaringan jalan yang memiliki kerusakan diperbaiki. Setelah itu, dapat dilakukan masa rehabilitasi, yaitu penjagaan jalan tersebut agar tidak menjadi rusak, yaitu dengan pemantauan secara berkala. Walaupun preservasi membutuhkan biaya yang sangat besar pada masa rekonstruksi, tetapi akan memakan biaya yang relatif kecil saat masa rehabilitasi dibandingkan jika jalan baru diperbaiki ketika sudah rusak berat.

Program preservasi jaringan jalan atau konstruksi jalan terdiri dari tiga komponen utama, yaitu pemeliharaan preventif, rehabilitasi minor dan kegiatan pemeliharaan rutin. Perbedaan yang sangat nyata dari konsep preservasi konstruksi jalan dengan kegiatan pembangunan, rehabilitasi dan perbaikan sesaat untuk mengatasi terhambatnya fungsi jalan adalah pengembalian fungsi dari

kondisi eksisting sistem jaringan jalan dan memperpanjang umur layannya akan tetapi tidak berupaya untuk meningkatkan kapasitas atau kekuatannya.

Adapun sasaran manajemen preservasi adalah berfungsinya seluruh jaringan jalan dan jembatan nasional sepanjang tahun dan apabila terdapat kerusakan jalan dan jembatan dapat melakukan tindakan perbaikan sesegera mungkin sebelum menghambat pergerakan lalu lintas.

Bentuk-bentuk pemeliharaan berdasarkan tujuan dan saat melakukannya:

- Pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*): dilakukan untuk memperbaiki atau memperpanjang pelayanan perkerasan. Jenis penanganan ini merupakan suatu strategi pemeliharaan untuk menahan laju kerusakan serta mengurangi kegiatan yang dilakukan pada pemeliharaan rutin,
- Pemeliharaan reaktif: dilaksanakan setelah terjadinya kerusakan pada perkerasan, seperti aus, alur, atau retak yang cukup lebar.
- Pemeliharaan Darurat (*Emergency maintenance*): dilaksanakan dalam keadaan darurat, seperti ketika kerusakan perkerasan yang rusak parah dan membutuhkan perbaikan segera. Sering juga disebut sebagai penanganan sementara sebelum penanganan permanen dilaksanakan.

Dengan melakukan pemeliharaan preventif, banyak manfaat yang bisa didapatkan, antara lain adalah:

- Meningkatkan mutu pelayanan prasarana jalan
- Masa layanan jalan semakin panjang
- Mengurangi gangguan dan tundaan pemakai jalan selama masa layanan
- Meningkatkan keselamatan lalu lintas
- Mengurangi biaya selama masa layanan
- Meningkatkan kepuasan pemakai jalan
- Meningkatkan proses pengambilan keputusan pada tahap perencanaan dan pemrograman
- Meningkatkan keragaman dalam perencanaan teknis dan pelaksanaan, namun konsistensi pada sasaran kinerja
- Penggunaan dana yang lebih efisien dan efektif

- Kebijakan yang lebih logis, objektif dan dapat dipertanggungjawabkan berdasarkan riset dan bukti kerja.

2.8 Optimasi

Optimasi adalah sarana untuk mengekspresikan model matematika yang bertujuan memecahkan masalah dengan cara terbaik. Untuk tujuan bisnis, hal ini berarti memaksimalkan keuntungan dan efisiensi serta meminimalkan kerugian, biaya atau resiko.

Hal ini juga berarti merancang sesuatu untuk meminimalisasi bahan baku atau memaksimalkan keuntungan. Adapun keinginan untuk memecahkan masalah dengan model optimasi secara umum sudah digunakan pada banyak aplikasi.

Model optimasi telah digunakan selama berabad-abad. Pada masa sekarang ini, optimasi menjadi sangat esensial untuk tujuan bisnis yang semakin kompleks dan rumit. Para insinyur pun menjadi semakin ambisius dalam mengembangkan hal ini. Dalam banyak hal, keputusan dapat saja dibuat tanpa mempertimbangkan tujuan dari model tersebut.

Linear Programming merupakan model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, di mana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas atau mencari .

Pendekatan lain yang mungkin dilakukan adalah dengan pendekatan ekonomi teknik. Misalkan saja semua biaya perbaikan dan perawatan jalan pada tiap skenario dibuat dengan metode nilai sekarang (*present value*). Berdasarkan konsep keekivalenan nilai dari seluruh arus kas relatif terhadap beberapa dasar atau titik awal dalam waktu yang disebut sebagai sekarang. Artinya, seluruh arus kas masuk dan arus kas keluar diperhitungkan terhadap titik waktu sekarang pada suatu tingkat bunga yang umumnya MARR. PV dari alternative investasi adalah suatu ukuran mengenai seberapa banyak uang yang mampu dibayarkan oleh suatu

perusahaan atau pribadi untuk investasi tadi, melebihi biayanya. Perhitungan NPV dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$\text{NPV} = C_0 + \sum \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (2.1)$$

Dimana, C_0 = investasi awal tahun ke-0

C_t = Cost pada tahun ke-t

I = interest rate yang ditentukan

t = tahun



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

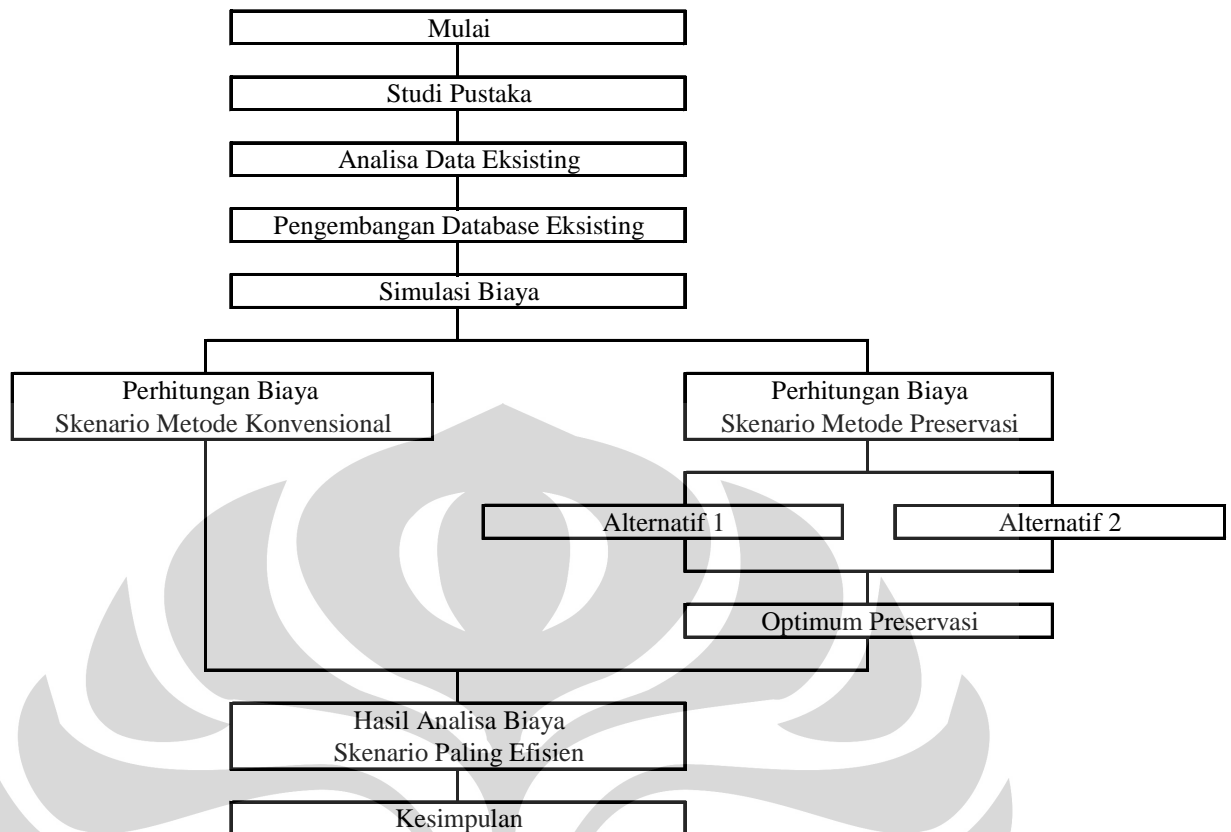
3.1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai kerangka pemikiran yang digunakan oleh penulis sebagai dasar dalam menentukan alur dari penelitian. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode serta perhitungan sesuai dengan teori dasar pada bab sebelumnya agar tujuan dari penelitian ini tercapai. Penelitian ini lebih mengarah kepada pemilihan alternatif dari beberapa alternatif yang tersedia.

Perencanaan perhitungan biaya didasarkan pada biaya perbaikan yang terdapat pada buku referensi, seperti URMS, *Distress Identification Manual* serta beberapa literatur yang berkaitan mengenai kerusakan jalan pada perkerasan lentur serta cara penanganan dan pembiayaannya. Perhitungan komponen biaya yang dilakukan didasarkan pada pendekatan dengan metode evaluasi secara ekonomi teknik yaitu dengan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV).

3.2 Alur Penelitian

Untuk mempermudah pembahasan dalam penelitian ini penulis mencoba untuk memaparkan kerangka pemikiran melalui bagan alur penelitian yang tertera di bawah ini secara umum :



Gambar 3. 1. Alur Penelitian

Pada bagan alur penelitian tersebut, penulis bermaksud melakukan perbandingan secara komparatif terhadap beberapa alternatif untuk perbaikan dan pemeliharaan jalan. Adapun dari beberapa alternatif yang tersedia terbagi menjadi 2 skenario utama. Skenario pertama merupakan skenario dengan tetap menjalankan program pemeliharaan jalan seperti saat ini. Sedangkan alternatif lainnya merupakan program pemeliharaan jalan dengan program preservasi.

3.3 Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan mengenai masing-masing tahapan yang dilakukan dalam penelitian untuk menentukan alternatif yang akan dipilih :

3.3.1 Analisa Data Eksisting

Analisa ini dibutuhkan untuk menjaga apakah pendataan yang dilakukan saat ini sudah tepat jika kelak program preservasi dilakukan atau dibutuhkan penyesuaian ataupun perubahan dalam pendataan agar sesuai dengan program

preservasi. Jika ternyata pendataan belum tepat, maka perhitungan biaya dilakukan secara simulasi karena tidak adanya ketersediaan *database* yang memadai.

3.3.2 Pengembangan Database Eksisting

Pengembangan ini diperlukan karena database yang ada saat ini masih perlu penyempurnaan dan penyesuaian agar sesuai dengan program preservasi yang akan dijalankan.

3.3.3 Simulasi Biaya

Simulasi biaya dilakukan dengan beberapa alternatif yang tersedia. Dari beberapa alternatif tersebut kemudian dipilih alternatif terbaik dengan biaya yang paling efisien. Perhitungan ini dilakukan dengan pendekatan ekonomi teknik dan dipilih pendekatan *Net Present Value*. NPV didefinisikan sebagai nilai dari proyek yang bersangkutan yang diperoleh berdasarkan selisih antara *cash flow* yang dihasilkan terhadap investasi yang dikeluarkan. NPV yang dianggap layak adalah NPV yang bernilai positif. NPV bernilai positif mengindikasikan *cash flow* yang dihasilkan melebihi jumlah yang diinvestasikan. Perhitungan NPV dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$NPV = C_0 + \sum \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Dimana, C_0 = investasi awal tahun ke-0

C_t = Cost pada tahun ke-t

I = interest rate yang ditentukan

t = tahun

BAB 4

DATA DAN ANALISIS

4.1 Identifikasi Kerusakan Jalan

Pengidentifikasian kerusakan yang dilakukan oleh pihak yang terkait, yaitu dalam hal ini Dinas Pekerjaan Umum masih terlalu umum untuk dijadikan acuan untuk peralihan penanganan kerusakan menuju metode preservasi. Hal ini disebabkan karena PU lebih terfokus kepada data survay visual umum, sedangkan preservasi menghendaki kelengkapan data dengan survay visual rinci. Untuk memperoleh data visual umum, biasanya dilakukan survay untuk mengukur IRI diikuti dengan survay visual umum. Data visual umum ini diperlukan apabila memang pembacaan IRI terlihat adanya nilai yang buruk, sehingga bisa dicek kebenarannya dengan kondisi visual umum apakah memang ada kerusakan pada jalan yang sedang disurvei.

Hal tersebut berbeda dengan data yang dibutuhkan untuk preservasi. Preservasi menghendaki adanya data yang lebih terperinci, yaitu pengklasifikasian jenis kerusakan yang lebih detail. Jenis kerusakan ini sebagaimana yang telah tertuang dalam *Distress Identification Manual FHWA* ataupun dalam URMS. Hal ini dibutuhkan agar didapatkan langkah pencegahan yang tepat untuk setiap jenis kerusakan yang terjadi agar tidak menimbulkan dampak yang lebih besar atau mengakibatkan kerusakan yang semakin parah.

Untuk mengkaji ketersediaan data saat ini, berikut disajikan data survay dan hasil analisisnya untuk provinsi Riau.

Jenis-jenis kerusakan dikelompokkan menjadi 8 jenis kerusakan berdasarkan survey visual umum yang biasanya digunakan oleh Dinas PU. 8 jenis kerusakan tersebut adalah:

1. Amblas diikuti retak
2. Amblas tanpa retak
3. Retak tanpa amblas
4. Retak dan lepas
5. Aspal lepas (coplok membentuk lubang)
6. Deformasi (Bergelombang)
7. Ambal/Alur
8. Retak Setempat (Untuk Jalan Tanah)

Pengelompokkan ini tentu saja tidak sedetail *Distress Identification Manual* yang dikeluarkan oleh FHWA ataupun URMS. Hal ini dikarenakan *Distress Identification Manual* dan URMS merupakan acuan untuk melakukan survey visual rinci, sedangkan 8 jenis kerusakan tersebut hanya diidentifikasi dalam survey visual umum. Pengelompokkan jenis kerusakan pada survey visual rinci, baik URMS dan *Distress Identification Manual* FHWA dapat dilihat pada bab 2 skripsi ini.

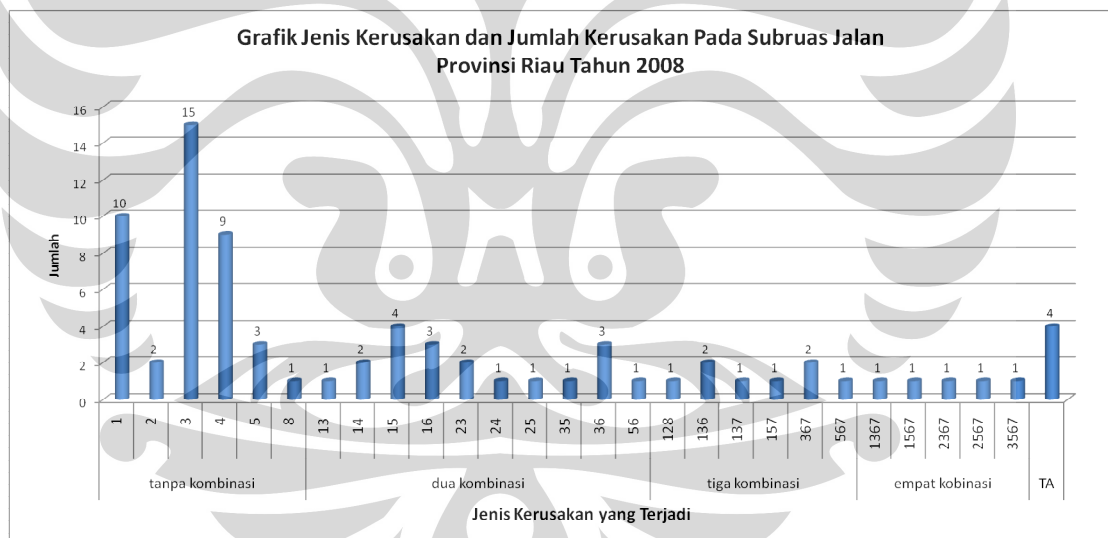
Pada tabel di atas terlihat bahwa kerusakan dengan jenis 3 dan 1 mendominasi. Kerusakan jenis 3 adalah kerusakan retak tanpa amblas, sedangkan kerusakan jenis 1 adalah amblas diikuti dengan retak.

Jika dibuat matriks kombinasi terhadap dua jenis kerusakan yang terjadi, maka dapat dilihat pada tabel 4.2. Pada tabel tersebut dapat terlihat jika dilakukan kombinasi terhadap dua jenis kerusakan, maka kombinasi jenis kerusakan 4 (retak dan lepas) dan 5 (aspal lepas) yang berada di empat subruas merupakan dua kombinasi kerusakan dengan subruas yang paling banyak. Peninjauan kombinasi ini perlu dilakukan untuk menentukan jenis perbaikan yang tepat sehingga lebih efektif dan efisien dalam pelaksanaan di lapangan.

Tabel 4.2. Matriks Kombinasi Dua Jenis Kerusakan

Jenis	1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	-	1	2	4	3	-	-
2	-	2	2	1	1	-	-	-
3	1	2	15	-	1	3	-	-
4	2	1	-	9	-	-	-	-
5	4	1	1	-	3	1	-	-
6	3	-	3	-	1	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	1

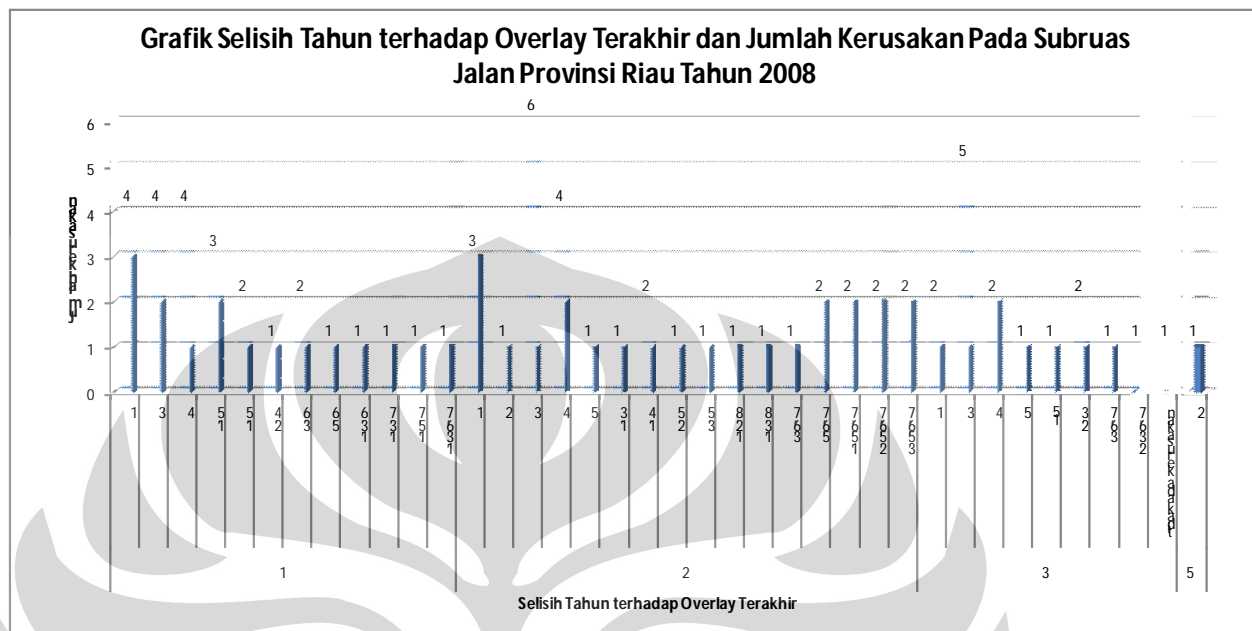
Pengidentifikasi kerusakan kemudian dicoba untuk dilakukan kombinasi pada setiap subruas jalan dengan berbagai kombinasi yang terjadi seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Grafik Jenis Kerusakan dan Jumlah Kerusakan Pada Subruas Jalan Provinsi Riau Tahun 2008

Pada grafik diatas terlihat bahwa jenis kerusakan 3 dan 1 tanpa diikuti jenis kerusakan lain merupakan jenis kerusakan yang paling banyak. Namun hal yang paling menarik adalah pada jenis kerusakan 6 dan 7 tidak ada jenis kerusakan yang berdiri sendiri pada satu subruas jalan. Hal ini dapat

mengindikasikan jenis kerusakan tersebut bisa jadi terjadi akibat adanya hubungan sebab akibat dari jenis kerusakan lainnya.



Gambar 4. 3. Grafik Jenis Kerusakan dan Selisih Tahun Terhadap *Overlay* Terakhir Pada Subruas Jalan Provinsi Riau Tahun 2008

Pada gambar 4.3. nomor 1,2,8 menunjukkan bahwa jalan mengalami kerusakan dengan jenis 1, 2 dan 8. Jika peninjauan lebih lanjut dilakukan dengan tabulasi derajat dua dengan menambahkan variabel selisih tahun 2008 dengan tahun *overlay* terakhir dilakukan, maka dapat tersaji pada grafik diatas. Pada gambar 4.3. jelas terlihat bahwa saat survay dilakukan, yaitu pada tahun 2008 dan selisih tahun penanganan *overlay* yang beragam, kerusakan tetap terjadi walau dalam jangka waktu 1 tahun setelah *overlay* dilakukan.. Hal ini terjadi karena satu atau kombinasi dari beberapa kemungkinan:

1. *Overlay* yang tidak sesuai dengan standar
2. Lalu lintas yang melebihi beban seharusnya yang terjadi secara terus-menerus, baik secara kuantitas lintasan harian yang diatas prediksi atau beban kendaraan yang tidak sesuai dengan kelas jalan. Hal ini disertai dengan tidak adanya usaha preventif dari segi pemeliharaan yang dibarengi dengan manajemen lalulintas

4.2 Pengembangan Database Eksisting

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa database yang ada sangat ini masih perlu penyempurnaan agar bisa digunakan sebagai database program preservasi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut mengenai hal ini. Pihak yang terkait dapat menggunakan standarisasi klasifikasi kerusakan jalan dan perbaikannya dalam panduan URMS dan *Distress Identification Manual* yang dikeluarkan FHWA untuk mengembangkan database yang telah ada.

Contoh pengembangan database yang nantinya akan dilakukan untuk mendukung program preservasi diantaranya terlihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 4.3. Contoh Pengembangan Database untuk Preservasi

NO RUAS	NAMA RUAS / SUB RUAS JALAN	JENIS KERUSAKAN PERKERASAN *)											
		Crack						Patching & Potholes					
		3)		4)		5)		6)		7)		8)	
Level	length (m)	length (m)	Level	length (m)	Level	length (m)	Level	Area (m ²)	Level	Area (m ²)	Level		
	BPJN I Cianjur												
16	1 Ciawi-Cisarua												
16	12 Jl. Raya Cisarua (Cisarua)												
16	1 Cisarua-Puncak												
31	2 Bogor-Leuwiliang												
31	26 Jl. Raya Leuwiliang (Leuwiliang)												
31	3 Leuwiliang-Jasinga												
31	26 Jl. Raya Jasinga (Jasinga)												
31	4 Jasinga-Cigelung												
43	2 Ciawi - Benda												
71	2 Bts. Depok/Bogor-Bogor												
	Kota Bogor												
14	15 Jl. Raya Kedunghalang (Bogor)												
14	11 Jl. Pajajaran (Bogor)												
15	Bogor - Ciawi (Jl. Raya Tajur)												
31	21 Jl. Veteran (Bogor)												
31	22 Jl. Gunung Batu (Bogor)												
31	23 Jl. Sindangbarang (Bogor)												
31	24 Jl. Raya Dramaga (Bogor)												
71	11 Jl. Otista (Bogor)												
71	12 Jl. Ir. H. Djuanda (Bogor)												
71	13 Jl. Kapt. Muslihat (Bogor)												
121	Kemang - Kedunghalang												
	Kota Depok												
14	1 Gandaria-Cilodong/Bts. Depok												
71	1 Bts. Banten (Ciputat)- Bts. Depok/Bgr												
	Kabupaten Sukabumi												

Pada gambar diatas terlihat bahwa database telah dilengkapi dengan jenis kerusakan yang berbeda-beda yang dapat merujuk kepada panduan URMS ataupun Distress Identification Manual FHWA. Selain itu dilengkapi juga dengan luasan area dan tingkat keparahan kerusakan tersebut. Hal ini berguna untuk mendapatkan jenis penanganan yang paling tepat dan perhitungan biaya yang lebih tepat.

Tentunya penanganan yang dipilih juga disesuaikan dengan kombinasi yang terjadi agar pada satu ruas jalan ditemukan penanganan kerusakan yang lebih efektif dan efisien jika pada ruas tersebut ditemui beberapa jenis kerusakan jalan.

4.3 Perbaikan Kerusakan Jalan Program Preservasi

Seperti telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya bahwa pengidentifikasian kerusakan dilakukan tidak hanya melihat jenis kerusakan apa yang terjadi untuk kemudian dilakukan tindakan pemeliharaan jalan. Pengidentifikasian juga dimaksudkan untuk melihat kombinasi jenis kerusakan yang terjadi, sehingga dalam pelaksanaan dilapangan jika dimungkinkan perbaikan dengan satu tipe perbaikan akan lebih baik karena lebih efisien dan efektif jika menimbang dari segi peralatan berat dan bahan yang digunakan. Perbaikan untuk tipe kerusakan dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4.4. Jenis Kerusakan dan Penanganannya

Type of Crack	Treatment							
	Full-depth crack repair	Crack Repair w/sealing			Crack filling	Patching	Chip seal or seal coat	Thin hot-mix overlay
Clean and Seal		Saw and seal	Rout and seal					
Alligator								
Low severity							X	
Medium severity						X		
High severity						X		
Transverse								
Low severity		X		X			X	
Medium severity		X		X	X		X	
High severity	X				X	X	X	
Longitudinal								
Low severity		X		X	X			
Medium severity	X	X		X	X			
High severity	X				X	X		
Block								
Low severity		X		X			X	
Medium severity							X	X
High severity					X	X		X
Reflection								
Low severity		X		X				
Medium severity		X		X	X			
High severity		X			X	X		X

Type of Distress	Treatment						
	Patching	Fog seal	Seal coat	Double chip seal	Slurry seal	Micro-surfacing	Thin hot-mix overlay
Potholes							
Low severity	X						
Medium severity	X						
High severity	X						
Patch deterioration							
Low severity							
Medium severity	X						
High severity	X						
Surface Defects							
Rutting							
Low severity	X				X	X	
Medium severity	X				X	X	X
High severity	X					X	X
Shoving							
Low severity							
Medium severity	X						
High severity	X						
Bleeding							
Low severity			X	X	X	X	
Medium severity			X	X	X	X	
High severity			X	X	X	X	X
Polished aggregate							
Low severity			X	X	X	X	
Medium severity			X	X	X	X	X
High severity			X	X	X	X	X
Raveling							
Low severity		X					
Medium severity		X	X				
High severity	X		X	X	X	X	X

Sumber: *Best Practice Handbook On Asphalt Pavement Maintenance*

Dari tabel tersebut terlihat kekurangan data dari survey yang umum dilakukan oleh pihak terkait dibandingkan data yang dibutuhkan sebagai usaha pemeliharaan jalan dengan metode preservasi. Kekurangan tersebut adalah tidak adanya jenis kerusakan yang detail dan tidak dijelaskan tingkat kerusakannya, Padahal hal tersebut sangat penting dalam pemilihan metode yang tepat untuk pemeliharaan jalan.

Jika sudah dipastikan jenis kerusakan yang terjadi berikut penanganannya, maka rata-rata waktu dilakukannya perawatan berkala dan besarnya biaya yang dikeluarkan dapat dihitung.

Tabel 4.5. Jenis Kerusakan, Penanganan dan Biaya

Technique	Reasons for Use						Average Treatment Life (years)	Average Unit Cost	Reference Page	
	Friction	Raveling	Rutting	Potholes	Cracking					
					Low	Med				High
Crack treatments										
Crack repair with sealing										
Clean and seal					X	X		3	\$0.20/lf	26
Saw and seal								7-10	\$1.70/lf	28
Rout and seal					X	X		3	\$0.70/lf	30
Crack filling						X	X	2-3	\$0.25/lf	32
Full-depth crack repair							X	5	\$5.00/lf	34
Surface treatments										
Fog seal		X						1-2	\$0.15/sy	38
Seal coat	X	X						3-6	\$0.55/sy	40
Double chip seal	X	X						7-10	\$1.50/sy	43
Slurry seal	X	X						3-5	\$1.50/sy	45
Microsurfacing	X	X	X					5-8	\$1.75/sy	47
Thin hot-mix overlay		X	X					5-8	\$25/ton	49
Pothole and Patching Repair										
Cold-mix asphalt				X				1	\$55/ton ^a	54
Spray injection patching				X				1-3	Not Available ^b	55
Hot-mix asphalt				X		X		3-6	\$25/ton ^a	57
Patching w/slurry or microsurfacing material				X		X		1-3	0.85/sy ^a	58

a = biaya untuk material saja

b = harga bervariasi bergantung kondisi

lf= linear foot

sy= square yard

Sumber: *Best Practice Handbook On Asphalt Pavement Maintenance*

Penanganan pemeliharaan jalan dengan metode preservasi memerlukan dua hal penting yang perlu diperhatikan, yaitu pemeliharaan preventif dan usaha untuk merehabilitasi. Kedua hal tersebut harus diintegrasikan agar program preservasi dapat berjalan dengan optimal.

Sebelumnya penulis ingin melakukan perhitungan dengan memanfaatkan tabel diatas. Namun karena keterbatasan dalam hal data, dimana pihak terkait tidak melakukan klasifikasi dengan rinci kerusakan yang terjadi, maka hal tersebut tidak bisa dilakukan.

4.4 Simulasi Perhitungan Biaya Pemeliharaan Jalan

4.4.1 Alternatif yang Digunakan

Diasumsikan dimiliki 4 alternatif, dimana alternatif yang pertama merupakan metode konvensional dengan *overlay* tanpa perawatan preventif. Sedangkan alternatif kedua, ketiga dan keempat merupakan alternatif *overlay* yang dibarengi dengan perawatan preventif.

Untuk melakukan perhitungan, maka diambil sampel satu ruas jalan di Provinsi Riau. Pada skripsi ini dipilih Jalan Sukajadi (Dumai) dengan panjang 1 km, memiliki lebar rata-rata 14m atau jika dihitung maka memiliki luas 14.000km². Ruas ini rata-rata dilalui 5789 kendaraan/hari. Kerusakan jalan yang terjadi pada ruas ini setelah beberapa tahun di *overlay* adalah 3 (retak tanpa amblas). Disimulasikan dua alternatif penanganan pada ruas jalan ini. Peninjauan dilakukan 18 tahun mendatang. Hal tersebut karena pada tahun ke 18 tersebut maka pengulangan akan terjadi seperti saat tahun pertama, yaitu kedua alternatif dimulai dengan *overlay* kembali. Perhitungan lebih difokuskan terhadap umur layan jalan sebagai akibat dari program preservasi. Peninjauan terhadap usaha perbaikan ataupun pemeliharaan rutin tidak dapat dilakukan karena tidak adanya data yang tersedia.

Alternatif 1: *Conventional Mill/overlay*

Alternatif 2: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja GSB-88

Alternatif 3: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja *thin hot mix overlay*.

Alternatif ini bisa digunakan untuk kerusakan jenis longitudinal dan transverse cacking, raveling, bleeding (dengan tingkat keparahan L) dan block cracking (dengan tingkat keparahan L).

Alternatif 4: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja *microsurfacing*

Alternatif ini cocok baik untuk ruas jalan dengan volume kendaraan yang rendah ataupun tinggi. Alternatif ini bisa digunakan untuk kerusakan jenis longitudinal dan transverse cacking, raveling, bleeding (dengan tingkat keparahan L-M). Dapat diaplikasikan setiap 4-7 tahun.

4.4.2 Asumsi Biaya yang Digunakan

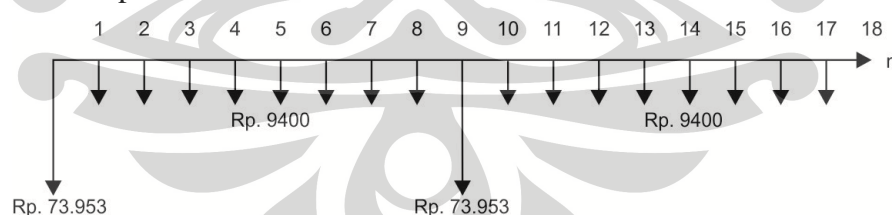
Dari empat alternatif, kemudian pada alternatif 2,3 dan 4 dibuat asumsi a dan b. Asumsi a merupakan kondisi dimana jalan tidak memerlukan pemeliharaan tahunan. Hal tersebut memang terjadi apabila perkerasan dan lalu lintas dalam keadaan ideal. Hal ini terjadi jika keadaan yang sangat ideal tercapai. Alternatif b dibuat untuk mengantisipasi hal yang tidak ideal. Sebagaimana telah terlihat pada bab sebelumnya, dimana saat satu tahun setelah *overlay* pun kerusakan jalan tetap terjadi. Sehingga jika manajemen telah baik, kualitas *overlay* telah baik dan pemantauan terhadap beban berlebih telah baik, maka seharusnya alternatif b tidak perlu digunakan.

Alternatif 1: *Conventional Mill/overlay* dengan pemeliharaan tahunan

Pada referensi *Transportation Research Circular*, harganya adalah sebagai berikut:

- Biaya *Milling* : $\$1.5/ \text{yd}^2 = \text{Rp. } 20.169/ \text{m}^2$
- Biaya *Overlay* : $\$4.0/ \text{yd}^2 = \text{Rp. } 53.784/ \text{m}^2$

Memang bisa saja jika biaya yang digunakan memang merupakan harga yang berlaku di Indonesia, namun dikhawatirkan menjadi tidak setara jika alternatif preservasi merupakan harga dari luar negeri. Sehingga semuanya diambil harga dari luar negeri, kemudian diubah kedalam kurs rupiah dengan asumsi $\$ 1 = \text{Rp. } 9.400$.



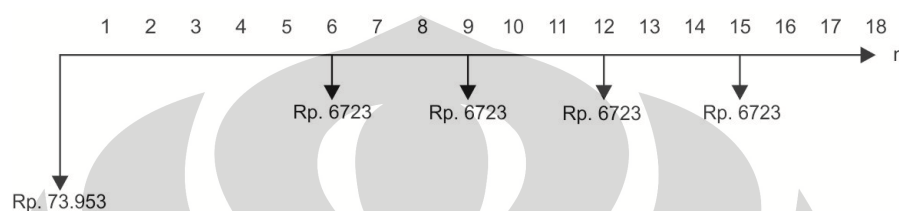
Gambar 4.5. Cashflow Alternatif 1

Alternatif pertama sebagaimana *overlay* konvensional, maka *overlay* dilakukan pada tahun pertama dan tahun kesembilan dari umur desain. Selain itu, dilakukan juga pemeliharaan tahunan. Pemeliharaan tahunan ini dilakukan dengan mempertimbangkan data yang didapatkan, dimana pada saat tahun pertama setelah *overlay* sudah ditemui berbagai jenis kerusakan jalan.

Alternatif 2a: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja GSB-88 tanpa pemeliharaan tahunan

Pada referensi *Transportation Research Circular*, harganya adalah sebagai berikut:

- Biaya *Sealing* : $\$0.5/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 6.723/\text{m}^2$
- Biaya *Milling* : $\$1.5/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 20.169/\text{m}^2$
- Biaya *Overlay* : $\$4.0/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 53.784/\text{m}^2$

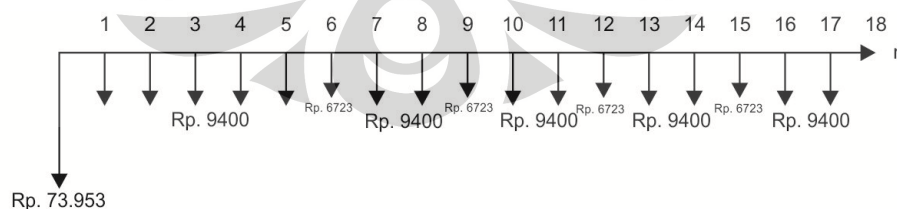


Gambar 4.6. *Cashflow* Alternatif 2a

Alternatif kedua selain dilakukan *overlay* pada tahun pertama juga dilakukan *sealing*. *Sealing* tersebut dapat menambah umur layan jalan hingga 3 tahun. Oleh karena itu, setiap 3 tahun maka dilakukan *sealing*. Maka *sealing* dilakukan pada tahun ke 6, 9, 12 dan 15.

Alternatif 2b: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja GSB-88 dengan pemeliharaan tahunan

Alternatif ini sama seperti alternatif 2a, hanya saja pemeliharaan rutin tetap dilakukan. Hal ini dilakukan jika keadaan ideal tidak tercapai, dimana kerusakan terjadi.

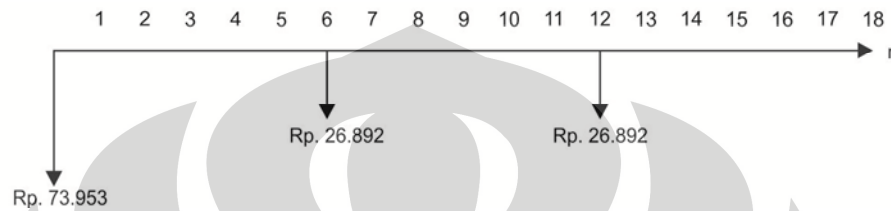


Gambar 4.7. *Cashflow* Alternatif 2b

Alternatif 3a: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja *thin hot mix overlay* tanpa pemeliharaan tahunan.

Pada referensi *Optimal Timing Of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications*, harga adalah sebagai berikut:

- Biaya *Thin Hot Mix Overlay*: $\$2/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 26.892/\text{m}^2$
- Biaya *Milling* : $\$1.5/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 20.169/\text{m}^2$
- Biaya *Overlay* : $\$4.0/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 53.784/\text{m}^2$

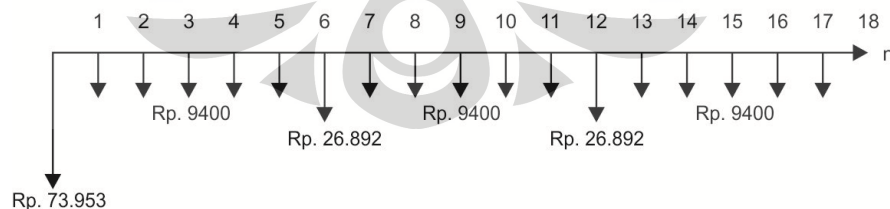


Gambar 4.8. *Cashflow* Alternatif 3a

Alternatif ketiga selain dilakukan *overlay* pada tahun pertama juga dilakukan perawatan dengan *thin hot mix overlay*. Diasumsikan saja dilakukan perawatan setiap 6 tahun. Oleh karena itu, setiap 6 tahun maka dilakukan *thin hot mix overlay*. Maka *thin hot mix overlay* dilakukan pada tahun ke 6 dan 12.

Alternatif 3b: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja *thin hot mix overlay* dengan pemeliharaan tahunan.

Alternatif ini sama seperti alternatif 3a, hanya saja pemeliharaan rutin tetap dilakukan. Hal ini dilakukan jika keadaan ideal tidak tercapai, dimana *crack* terjadi.

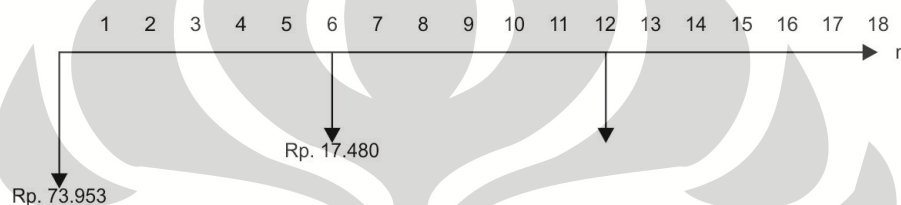


Gambar 4.9. *Cashflow* Alternatif 3b

Alternatif 4a: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja *microsurfacing* tanpa pemeliharaan tahunan

Pada referensi *Optimal Timing Of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications*, harga adalah sebagai berikut:

- Biaya *Microsurfacing*: $\$1.3/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 17.480/\text{m}^2$
- Biaya *Milling* : $\$1.5/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 20.169/\text{m}^2$
- Biaya *Overlay* : $\$4.0/\text{yd}^2 = \text{Rp. } 53.784/\text{m}^2$

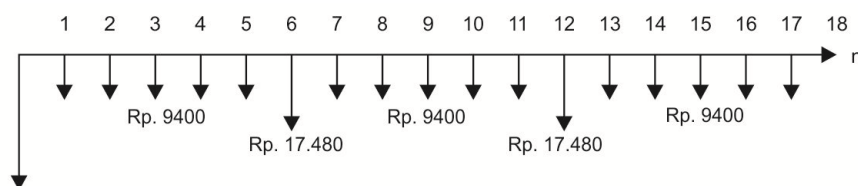


Gambar 4.10. *Cashflow* Alternatif 4a

Alternatif keempat selain dilakukan *overlay* pada tahun pertama juga dilakukan perawatan dengan *microsurfacing*. Diasumsikan saja dilakukan perawatan setiap 6 tahun. Oleh karena itu, setiap 6 tahun maka dilakukan *microsurfacing*. Maka *microsurfacing* dilakukan pada tahun ke 6 dan 12. Perhitungan dilakukan dengan asumsi bunga sebesar 5%. Perhitungan menggunakan metode finansial Present Value.

Alternatif 4b: Penerapan *preventive maintenance*, misalkan saja *microsurfacing* dengan pemeliharaan tahunan

Alternatif ini sama seperti alternatif 4a, hanya saja pemeliharaan rutin tetap dilakukan. Hal ini dilakukan jika keadaan ideal tidak tercapai, dimana *crack* terjadi.



Gambar 4.11. *Cashflow* Alternatif 4b

4.4.3 Simulasi Perhitungan Biaya

Dengan melakukan pendekatan finansial dengan present worth, dengan asumsi bunga 5%. Dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$NPV = C_0 + \sum \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Dimana, C_0 = investasi awal tahun ke-0

C_t = Cost pada tahun ke-t

I = interest rate yang ditentukan

t = tahun

Maka Present Value pada setiap alternatif dapat ditentukan.

Contoh Perhitungan Alternatif 4a:

$$PV = 73.953 + 17480/(1+0.05)^6 + 17480/(1+0.05)^{12} = \text{Rp. } 96.730/ \text{ m}^2$$

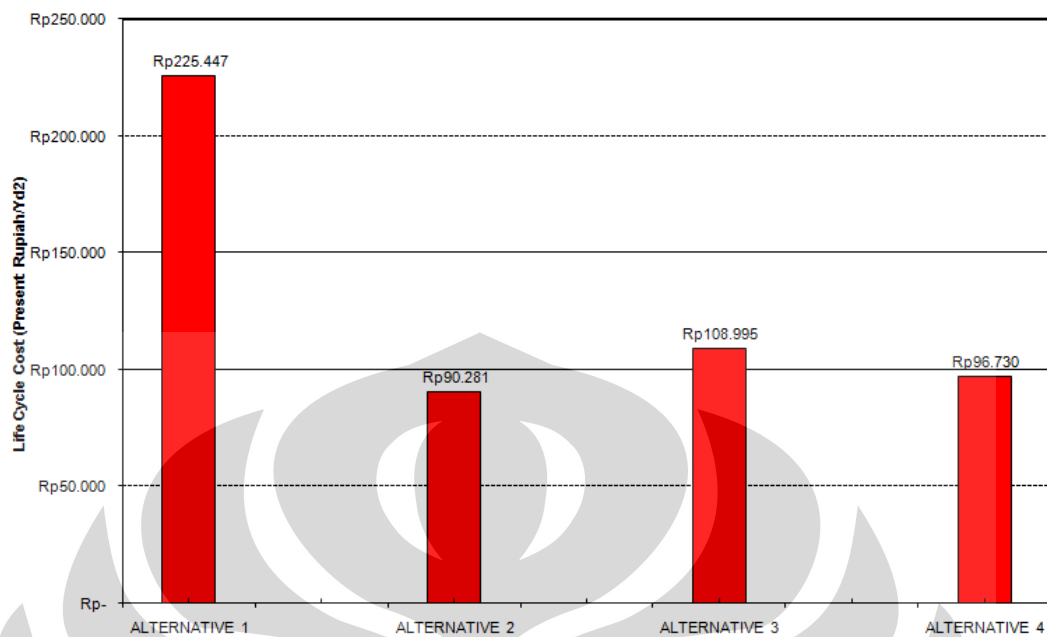
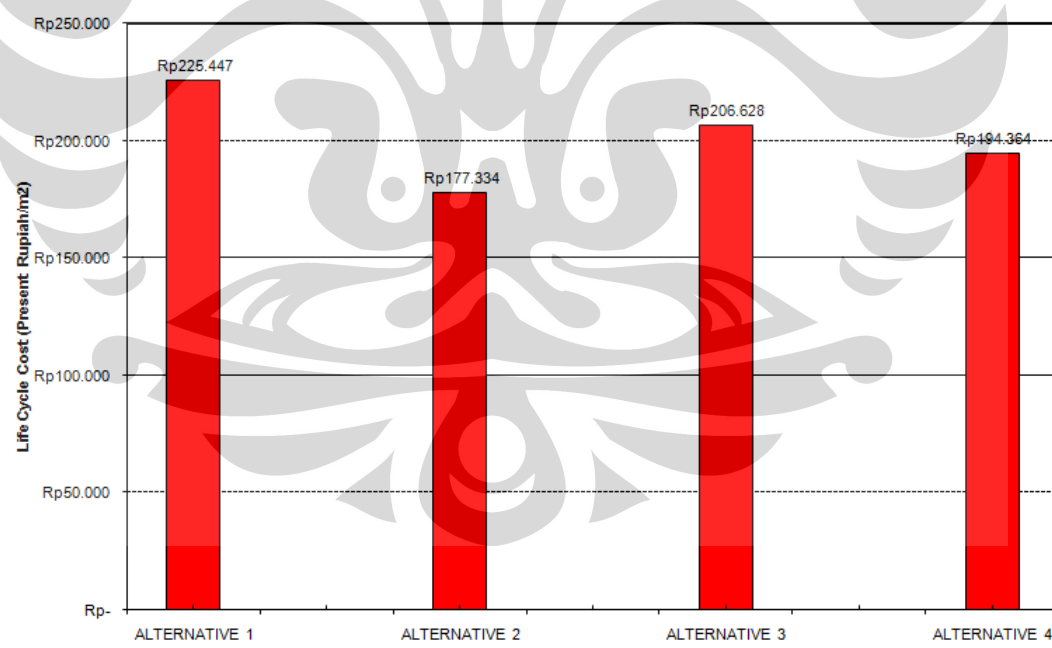
Tabel 4.6. Resume Perhitungan

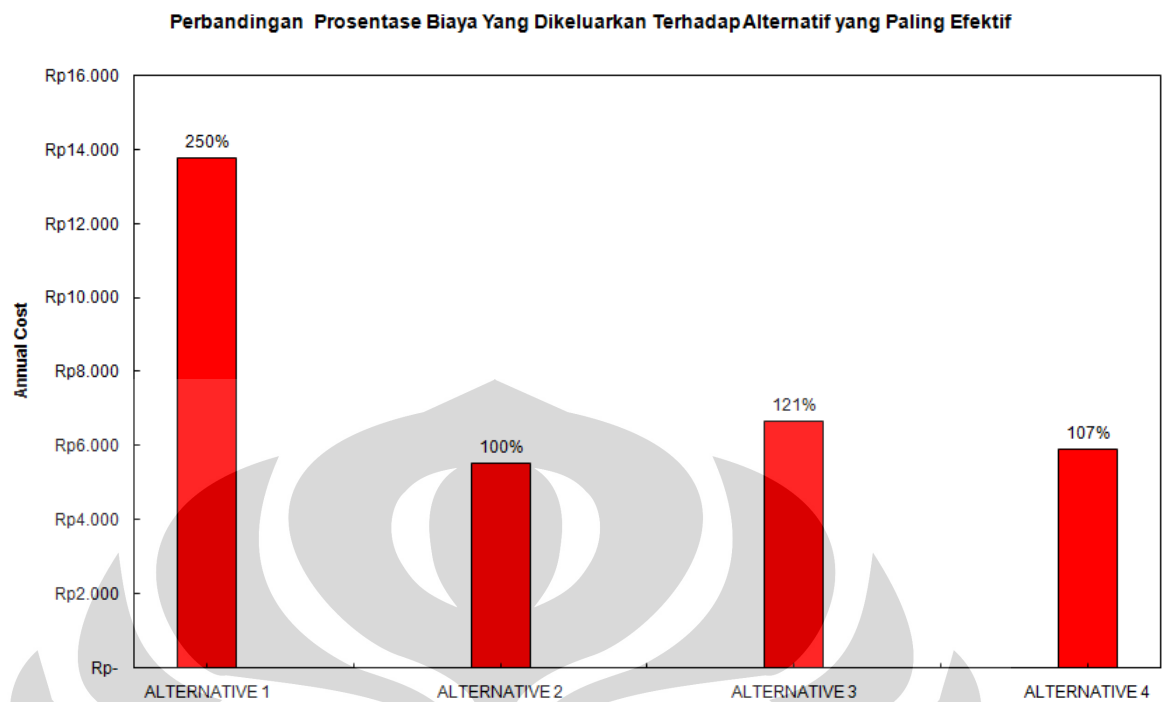
		YR	ALT 1	ALT 2a	ALT 3a	ALT 4a
Biaya Awal Rp/m2			Rp 73.953	Rp 73.953	Rp 73.953	Rp 73.953
Tahun Rehabilitasi			35	35	35	35
Interest %			5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
		1	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		2	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		3	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		4	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		5	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
Improvements		6	E Rp 9.400	B Rp 6.723	C Rp 26.892	D Rp 17.480
Cost / m2		7	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
A	Mill/ Overlay	8	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
B	Sealing	9	A Rp 73.953	B Rp 6.723	Rp -	Rp -
C	Thin Hot Mix Overlay	10	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
D	Microsurfacing	11	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
E	Perawatan Rutin	12	E Rp 9.400	B Rp 6.723	C Rp 26.892	D Rp 17.480
		13	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		14	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		15	E Rp 9.400	B Rp 6.723	Rp -	Rp -
		16	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		17	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
		18	E Rp 9.400	Rp -	Rp -	Rp -
Biaya Total (Present Value)			Rp 225.447	Rp 90.281	Rp 108.995	Rp 96.730
Biaya Tahunan (Present Value)			Rp 13.768	Rp 5.514	Rp 6.656	Rp 5.907
% Terhadap Alternatif Paling Efisien			250%	100%	121%	107%

		YR	ALT 1	ALT 2b	ALT 3b	ALT 4b
Biaya Awal Rp/m2			Rp 73.953	Rp 73.953	Rp 73.953	Rp 73.953
Tahun Rehabilitasi			35	35	35	35
Interest %			5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
		1	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		2	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		3	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		4	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		5	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
Improvements		6	E Rp 9.400	B Rp 6.723	C Rp 26.892	D Rp 17.480
Cost / m2		7	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
A	Mill/ Overlay	8	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
B	Sealing	9	A Rp 73.953	B Rp 6.723	E Rp 9.400	E Rp 9.400
C	Thin Hot Mix Overlay	10	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
D	Microsurfacing	11	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
E	Perawatan Rutin	12	E Rp 9.400	B Rp 6.723	C Rp 26.892	D Rp 17.480
		13	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		14	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		15	E Rp 9.400	B Rp 6.723	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		16	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		17	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
		18	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400	E Rp 9.400
Biaya Total (Present Value)			Rp 225.447	Rp 177.334	Rp 206.628	Rp 194.364
Biaya Tahunan (Present Value)			Rp 13.768	Rp 10.830	Rp 12.619	Rp 11.870
% Terhadap Alternatif Paling Efisien			127%	100%	117%	110%

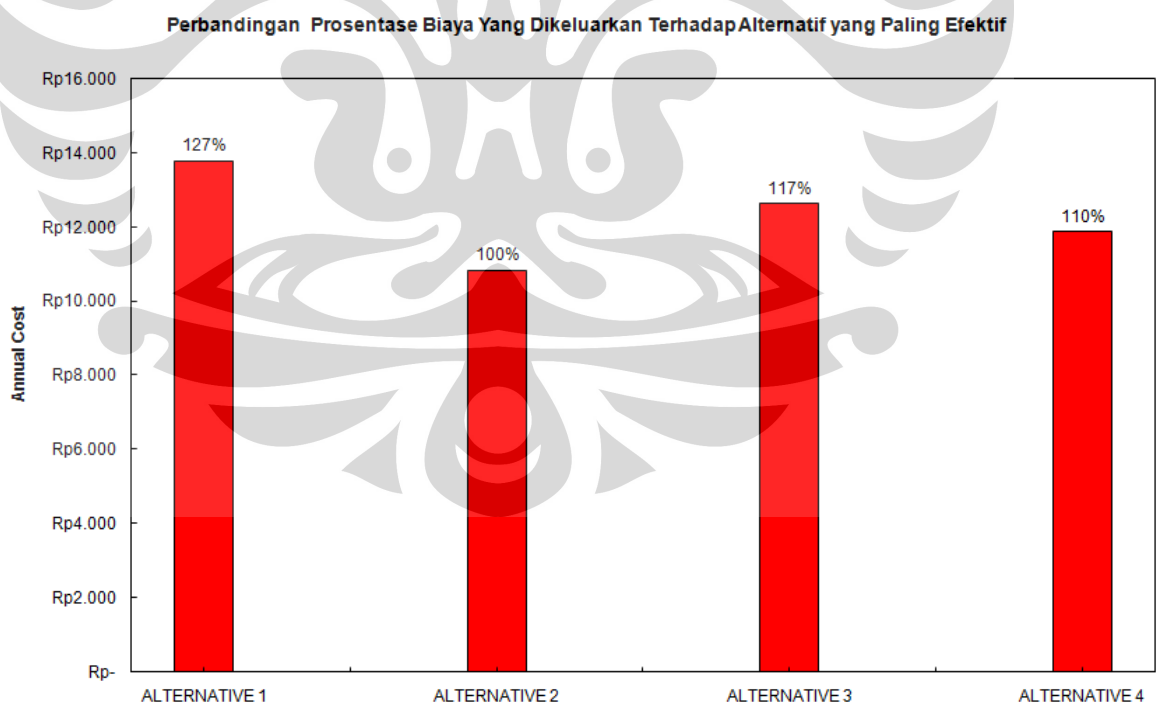
Perbandingan *Present Value* tiap alternatif dengan skenario a per m², dapat dilihat pada gambar 4.12. Jelas terlihat bahwa metode alternatif kedua, ketiga dan keempat merupakan alternatif yang lebih baik dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional. Sedangkan untuk skenario b per m², dapat dilihat pada gambar 4.13.

Perbandingan Present Worth Setiap Alternatif (Per Yard 2)

Gambar 4. 12. Perbandingan *Present Value* Tiap Alternatif a (Per m²)Perbandingan Present Worth Setiap Alternatif (Per m²)Gambar 4. 13. Perbandingan *Present Value* Tiap Alternatif b (Per m²)



Gambar 4. 14. Perbandingan Prosentase Biaya yang Dikeluarkan Terhadap Alternatif a yang Paling Efisien



Gambar 4. 15. Perbandingan Prosentase Biaya yang Dikeluarkan Terhadap Alternatif b yang Paling Efisien

Pada gambar 4.14. terlihat bahwa selisih antara alternatif terbaik, yaitu alternatif 2 dengan metode konvensional adalah 250%. Nilai tersebut bisa menjadi lebih besar atau lebih kecil, bergantung kepada kondisi perkerasan dan bagaimana manajemen preservasi dilakukan pada jalan tersebut.

Maka dengan dilakukannya alternatif kedua, jalan dengan lebar 14 meter dan panjang 1 km, atau memiliki luas 14.000m², akan didapatkan cost savings sebagai berikut:

Jika alternatif 2a dilakukan:

$$\text{Cost savings} = \text{PV (Alternative I)} - \text{PV (Alternative II)} = \text{Rp. 135.116/ m}^2$$

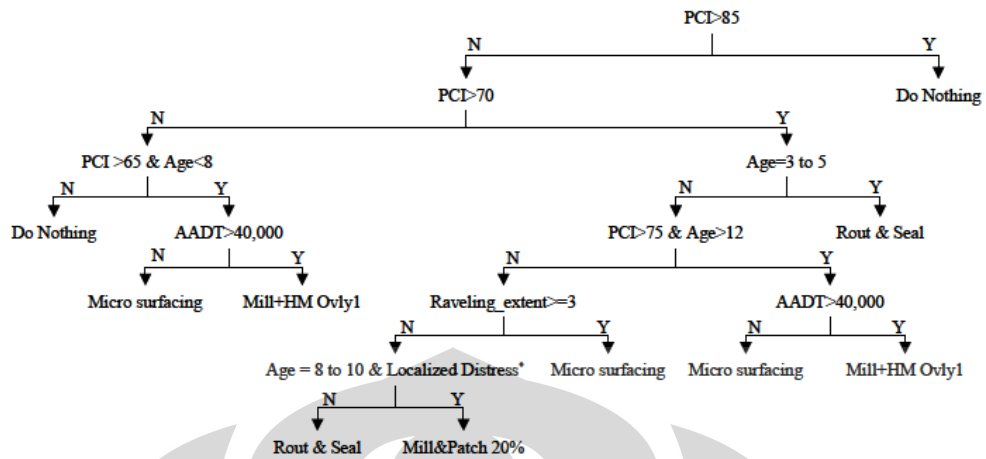
$$\text{Total savings untuk ruas 1km} = 14000 \text{ m}^2 \times \text{Rp. 135.116/ m}^2 = \text{Rp. 1.892.324.000}$$

Untuk alternatif lainnya dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. *Cost Savings* Setiap Alternatif

Alternatif	Present Value per m ²	Cost Savings Per m ² Terhadap Alternatif 1	Total Cost Savings Per 1km Terhadap Alternatif 1
Alternatif 1	Rp 225.447	-	-
Alternatif 2a	Rp 90.281	Rp 135.166	Rp 1.892.324.000
Alternatif 2b	Rp 177.334	Rp 48.113	Rp 673.582.000
Alternatif 3a	Rp 108.995	Rp 116.452	Rp 1.630.328.000
Alternatif 3b	Rp 206.628	Rp 18.819	Rp 263.466.000
Alternatif 4a	Rp 96.730	Rp 128.717	Rp 1.802.038.000
Alternatif 4b	Rp 194.364	Rp 31.083	Rp 435.162.000

Dari keempat alternatif yang telah dihitung, maka alternatif dengan menggunakan sealer GSB-88 merupakan alternatif yang paling baik. Jika ditindaklanjuti dengan merujuk pada gambar 4.8, maka kita dapat menentukan titik yang paling efektif dalam pelaksanaan *preventive maintenance*, yaitu saat hanya dibutuhkan sealing untuk melakukan *preventive maintenance*. Namun demikian jika keadaan ideal tidak dapat tercapai maka bisa dipilih alternatif lain untuk melakukan *preventive maintenance*.



Gambar 4. 16. Strategi *Pavement Maintenance Program*
(Sumber: *Transportation Research Circular*)

Untuk mempermudah dalam pembacaan strategi pavement maintenance program tersebut dapat menggunakan *Microsoft Excel* untuk mempermudah dalam hal pengambilan keputusan.

NAMA RUAS		CONCLUSION : DO NOTHING
TAHUN		
PCI	90	
AGE	2	
AADT	20000	
REVELLING EXTENT	2	
LOCALIZED DISTRESS	Y	
STATUS	Y/N	TO DO
PCI > 85	Y	DO NOTHING
PCI > 70	Y	
AGE 3 TO 5	N	
PCI > 75 & AGE > 12	N	
AADT > 40000	N	
REVELLING EXTENT >= 3	N	
AGE 8 TO 10 & LOCALIZED DISTRESS	N	
PCI > 70	Y	
PCI > 65 & AGE < 8	N	
AADT > 40000	N	

Gambar 4. 17. Pengembangan Strategi *Pavement Maintenance Program*

Dengan mengisi sel yang berwarna merah pada gambar diatas, maka preventive maintenance program yang direkomendasikan untuk dipilih akan keluar, sehingga akan mempermudah apabila dilakukan hal demikian untuk jaringan jalan nasional. Sehingga kebutuhan dana yang diperlukan juga dapat diperhitungkan. Jika data yang tersedia untuk penelitian ini lengkap, maka penentuan pemeliharaan preventif dapat merujuk pada hal tersebut.

Tentunya preservasi tidak akan berjalan dengan baik apabila manajemen masih buruk. Terutama dalam hal pengawasan terhadap kendaraan berat. Sehingga diperlukan juga upaya-upaya manajemen agar kerusakan tidak terjadi.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh secara keseluruhan dari hasil analisis penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut :

- Preservasi menjanjikan penghematan biaya dan pemeliharaan jalan untuk mempertahankan kualitas perkerasan jalan. Penghematan biaya yang dihasilkan sangat bergantung kepada kapan penanganan preventif dilakukan dan pemilihan penanganan kerusakan jalan yang telah terjadi.
- Hasil perhitungan setiap metode akan berbeda bergantung kepada asumsi yang digunakan pada setiap metode yang digunakan. Hasil tersebut juga mungkin berbeda jika telah diaplikasikan dilapangan.
- Pada setiap alternatif memiliki nilai yang berbeda-beda. Setiap alternatif sangat bergantung pada bagaimana kondisi perkerasan jalan yang ada dan jenis serta tingkat kerusakan yang terjadi. Alteratif 2, 3 dan 4 sangat bergantung pada pemilihan alternatif yang paling cocok dilakukan pada suatu ruas jalan dengan pertimbangan kondisi cuaca, lalu lintas dan kerusakan yang terjadi. Skripsi ini hanya merupakan gambaran awal terhadap keuntungan penerapan program preservasi, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efisiensi biaya yang lebih mendalam.

Alternatif	Present Value per m ²	Cost Savings Per m ² Terhadap Alternatif 1	Total Cost Savings Per 1km Terhadap Alternatif 1
Alternatif 1	Rp 225.447	-	-
Alternatif 2a	Rp 90.281	Rp 135.166	Rp 1.892.324.000
Alternatif 2b	Rp 177.334	Rp 48.113	Rp 673.582.000
Alternatif 3a	Rp 108.995	Rp 116.452	Rp 1.630.328.000
Alternatif 3b	Rp 206.628	Rp 18.819	Rp 263.466.000
Alternatif 4a	Rp 96.730	Rp 128.717	Rp 1.802.038.000
Alternatif 4b	Rp 194.364	Rp 31.083	Rp 435.162.000

- *Overlay* yang kurang baik dalam pelaksanaannya, ataupun beban lalu lintas yang melebihi seharusnya akan berdampak besar terhadap besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan untuk kedepannya. Dampaknya terhadap biaya dapat terlihat pada alternatif b pada semua alternatif yang tersedia.

5.2 Saran

Saran yang dirasa perlu dalam pembahasan lebih lanjut, antara lain:

- Untuk mengetahui titik tepat optimasi preservasi perlu dilakukan analisa matematis lebih lanjut. Hal tersebut perlu juga dibarengi dengan ketersediaan data yang memadai
- Perhitungan estimasi biaya dapat dilanjutkan lebih detail dengan menghitung tiap harga satuan pekerjaan.



DAFTAR REFERENSI

- Agah, H.R. *Preservasi Infrastruktur Jalan Untuk Meningkatkan Efektifitas Penggunaannya*.
- DeGarmo, E.P., Sullivan W.G., Bontadelli J.A. (1997). *Engineering Economy*. NJ: Prentice-Hall.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1995). *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi*.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Yayasan Badan Penerbit PU.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1983). *Manual Pemeliharaan Jalan No : 03/MN/B/1983*.
- Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan Direktorat Perkotaan Metropolitan. (2001). *Modul Pelatihan 2.03 Survai Kondisi Jalan*.
- Griva, I., Nash, S. G., Sofer, A. (2009) *Linear and Non Linear Optimization*, second edition. Philadelphia.
- Minnesota Department of Transportation. (2000). *Best Practices Handbook On Asphalt Pavement Maintenance*. Minnesota.
- Peshkin, D.G., Hoernoer, T.E., Zimmerman, K.A. (2004). *Optimal Timing of Pavement Maintenance Threatment Applications*. Washington: Transportation Research Board.
- Purnomo. *Preservasi Jaringan Jalan dan Perluasannya Mendukung Pengembangan Wilayah*.
- Supranto, J. *Linear Programming*. (1983). Jakarta: FE UI.
- Suryana, Yayan. (2009). *Preservasi Perkerasan Jalan*.
- Transportation Research Board. (2005). *Transportation Research Circular*. Washington: Transportation Research Board.
- UU No.22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas Kewajiban Penyelenggara Jalan
- Purnomo. *Preservasi Jaringan Jalan dan Perluasannya Mendukung Pengembangan Wilayah*.

Tamin, O. Z., Saleh, S. M. *Efisiensi Pemeliharaan Jalan Akibat Muatan Berlebih Dengan Sistem Transportasi Barang Multimoda/Intermoda.*

<http://www.bsphh3.go.id/data>

<http://id.wikipedia.org/wiki/Jalan>

