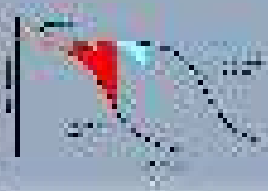


# TEKNOLOGI PRESERVASI PERKERASAN LENTUR

KELOMPOK TEKNOLOGI  
PERKERASAN



Dr. Irwan M. Mulya

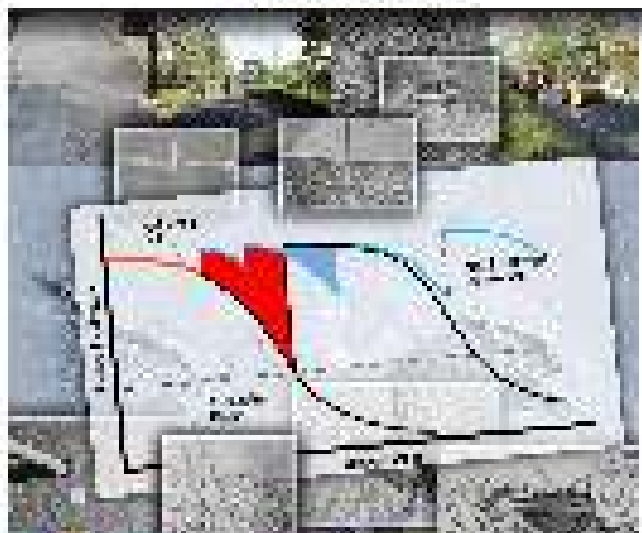
Salah satu masalah yang dihadapi oleh masyarakat Indonesia adalah masalah transportasi. Masalah transportasi ini dapat diartikan sebagai masalah yang berkaitan dengan sarana transportasi yang digunakan oleh masyarakat. Masalah transportasi ini dapat diartikan sebagai masalah yang berkaitan dengan sarana transportasi yang digunakan oleh masyarakat. Masalah transportasi ini dapat diartikan sebagai masalah yang berkaitan dengan sarana transportasi yang digunakan oleh masyarakat.

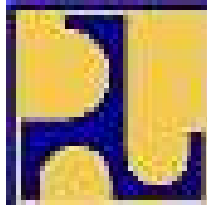


Dr. Irwan M. Mulya

# TEKNOLOGI PRESERVASI PERKERASAN LENTUR

KELOMPOK TEKNOLOGI  
PERKERASAN





# TEKNOLOGI PRESERVASI PERKERASAN LENTUR

Ir. Nono, M.Eng.Sc



---

**INFORMATIKA**  
Bandung

**TEKNOLOGI PRESERVASI PERKERASAN LENTUR  
(Lapis Tipis Beton Aspal/*Thin Hot Mix Asphalt*)**

Desember, 2011

Cetakan ke-1, 2011, (58 halaman)

©Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

No. ISBN : 978-602-8758-63-5  
Kode Kegiatan : 04-PPK3-01-143-11  
Kode Publikasi : IRE-TR-045/ST/2011

Kata Kunci : Lapis Tipis Beton Aspal (*Thin Hot Mix Asphalt*)

**Penulis:**

Ir. Nono, M.Eng,Sc

**Editor:**

Prof.(R) DR. Ir. M. Sjahdanulirwan, MSc

Ir. Nyoman Suaryana, M.Sc

Naskah ini disusun dengan sumber dana APBN Tahun 2011, pada paket pekerjaan Teknologi Preservasi Perkerasan Lentur (Lapis Tipis Beton Aspal / *Thin Hot Mix Asphalt*)

Pandangan yang disampaikan di dalam publikasi ini tidak menggambarkan pandangan dan kebijakan Kementerian Pekerjaan Umum, unsur pimpinan, maupun institusi pemerintah lainnya.

Kementerian Pekerjaan Umum tidak menjamin akurasi data yang disampaikan dalam publikasi ini, dan tanggung jawab atas data dan informasi sepenuhnya dipegang oleh penulis.

Kementerian Pekerjaan Umum mendorong percetakan dan memperbanyak informasi secara eksklusif untuk perorangan dan pemanfaatan nonkomersil dengan pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum. Pengguna dibatasi dalam menjual kembali, mendistribusikan atau pekerjaan kreatif turunan untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pekerjaan Umum.

**Diterbitkan oleh:**

Penerbit Informatika-Bandung

**Pemesanan melalui:**

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan

[info@pusjatan.pu.go.id](mailto:info@pusjatan.pu.go.id)

# TENTANG PUSLITBANG JALAN DAN JEMBATAN

Puslitbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan) adalah institusi riset yang dikelola oleh Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Lembaga ini mendukung Kementerian PU dalam menyelenggarakan jalan dengan memastikan keberlanjutan keahlian, pengembangan inovasi dan nilai – nilai baru dalam pengembangan infrastruktur.

Pusjatan memfokuskan kepada penyelenggara jalan di Indonesia, melalui penyelenggaraan litbang terapan untuk menghasilkan inovasi teknologi bidang jalan dan jembatan yang bermuara pada standar, pedoman, dan manual. Selain itu, Pusjatan mengemban misi untuk melakukan advis teknik, pendampingan teknologi, dan alih teknologi yang memungkinkan infrastruktur Indonesia menggunakan teknologi yang tepat guna.

## KEANGGOTAAN TIM TEKNIS DAN SUBTIM TEKNIS

### TIM TEKNIS:

1. Prof (R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc.
2. Ir. Agus Bari Sailendra. MT
3. Ir. I. Gede Wayan Samsi Gunarta, M.Appl.Sc

4. Prof (R) Dr. Ir. Furqon Affandi, M.Sc
5. Prof (R) Ir. Lanneke Tristanto, APU
6. Ir. GJW Fernandez
7. Ir. Soedarmanto Darmonegoro
8. DR. Djoko Widayat, MSc

**SUBTIM TEKNIS:**

1. Ir. Nyoman Suaryana, M.Sc
2. Prof (R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc.
3. Prof (R) Dr. Ir. Furqon Affandi, M.Sc
4. Dr. Djoko Widayat, M.Sc.
5. Ir. Kurniadji, MT.
6. Dr. Ir. Siegfried, M.Sc.
7. Dr. Ir. Anwar Yamin, M.Sc.



# KATA PENGANTAR

Pembinaan jalan yang hasilnya dapat memenuhi tuntutan masyarakat pengguna jalan bukanlah pekerjaan yang mudah, lebih-lebih pada saat kondisi anggaran terbatas serta beban kendaraan yang cenderung jauh melampaui batas dan kondisi cuaca yang kurang bersahabat. Di samping itu, makin meningkatnya kesadaran masyarakat untuk menyampaikan tuntutan atas penyediaan prasarana jalan merupakan tantangan yang perlu mendapat perhatian dari pihak-pihak yang terkait dalam pembinaan jalan. Aspek-aspek tersebut merupakan kenyataan yang tidak bisa dihindari dan perlu dijadikan pendorong untuk mencari upaya-upaya yang dapat meningkatkan pembinaan jalan secara efektif dan efisien. Untuk itu, strategi penanganan perkerasan lentur merupakan sesuatu hal yang sangat penting dalam upaya mempertahankan umur layan jalan sesuai dengan yang diharapkan atau sesuai rencana. Pelaksanaan pemeliharaan yang tepat, baik teknologi bahan yang digunakan sesuai dengan kondisi kerusakan dan kondisi lalu-lintas maupun waktu pemeliharaan yang tepat.

Strategi penanganan perkerasan jalan yang baik adalah pelaksanaan pemeliharaan yang bersifat pencegahan atau proaktif bukan reaktif serta dengan jenis bahan yang tepat sesuai dengan kondisi lapangan (tipe kerusakan

dan lalu-lintas yang dilayani). Salah satu teknologi bahan untuk pelaksanaan kegiatan preservasi adalah lapis tipis beton aspal (*Thin HMA*). Teknologi bahan tersebut memiliki kelebihan diantaranya lebih tahan atau memiliki umur panjang, mudah dikerjakan, dapat langsung dibuka untuk lalu-lintas serta lebih mudah dipelihara.



# DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>ix</b>
<b>Daftar Gambar.....</b>	<b>xi</b>
1. Pendahuluan .....	1
2. Kinerja Perkerasan Lentur.....	3
3. Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur.....	7
4. Strategi Pemeliharaan Perkerasan Lentur.....	25
5. Teknologi Bahan Dan Perkiraan Umur Layan.....	31
5.1. Teknologi Bahan .....	31
5.2. Umur Layan.....	33
6. Teknologi Lapis Tipis Beton Aspal ( <i>Thin Hot Mix Asphalt</i> ).....	36
6.1. Umum .....	35
6.2. Pemilihan Aspal .....	36
6.3. Gradasi <i>Agregat</i> Campuran.....	37
6.4. Karakteristik Campuran .....	39
6.5. Spesifikasi Lapis Tipis Beton Aspal ( <i>Thin Hot Mix Asphalt</i> ) yang Diusulkan .....	40
6.6. Hasil Uji Skala Laboratorium dan Lapangan.....	43



7. Penutup.....	47
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>49</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>51</b>
1. Lapis Tipis Beton Aspal, di atas kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm .....	51
2. Lapis Tipis Beton Aspal, memotong kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm.....	53
3. Lapis Tipis Beton Aspal, di atas kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm .....	55
4. Lapis Tipis Beton Aspal, memotong kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm.....	57



# DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Jenis kerusakan dan penyebabnya .....	6
Tabel 2.	Teknik penanganan kerusakan yang umum digunakan .....	32
Tabel 3.	Keuntungan dari berbagai tipe teknologi pemeliharaan .....	32
Tabel 4.	Pemeliharaan dengan rehabilitasi .....	33
Tabel 5.	Siklus waktu penanganan disarankan.....	34
Tabel 6.	Pemilihan aspal berdasarkan kecepatan dan level lalu-lintas ..	37
Tabel 7.	Gradasi agregat campuran .....	37
Tabel 8.	Persyaratan gradasi, kualitas agregat dan campuran beraspal panas dengan NMAS kecil .....	38
Tabel 9.	Karakteristik campuran beraspal panas berdasarkan spesifikasi superpave .....	39
Tabel 10.	Ketentuan sifat aspal keras.....	40
Tabel 11.	Ketentuan gradasi agregat untuk campuran lapis tipis beton aspal (LTAC) .....	41
Tabel 12.	Ketentuan sifat-sifat campuran lapis tipis beton aspal (LTAC) .	41
Tabel 13.	Ketentuan sifat-sifat campuran lapis tipis beton aspal dimodifikasi (LTAC <i>modified</i> ) .....	42
Tabel 14.	Karakteristik lapis tipis beton aspal ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm dan 4,75 mm dengan Aspal Pen 60.....	44



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Ilustrasi tegangan yang terjadi pada lapisan perkerasan lentur	3
Gambar 2	Ilustrasi kinerja perkerasan lentur.....	5
Gambar 3.1	Retak Kulit Buaya Keparahan Rendah .....	9
Gambar 3.2	Retak Kulit Buaya Keparahan Sedang .....	9
Gambar 3.3	Retak Kulit Buaya Keparahan Tinggi.....	9
Gambar 3.4	Retak Tepi Keparahan Rendah.....	9
Gambar 3.5	Retak Tepi Keparahan Sedang .....	9
Gambar 3.6	Retak Tepi Keparahan Tinggi.....	9
Gambar 3.7	Retak Memanjang Keparahan Tinggi .....	10
Gambar 3.8	Retak Melintang Keparahan Rendah .....	11
Gambar 3.9	Retak Melintang Keparahan Sedang .....	11
Gambar 3.10	Retak Melintang Keparahan Tinggi .....	11
Gambar 3.11	Retak Blok Keparahan Rendah .....	12
Gambar 3.12	Retak Blok Keparahan Sedang .....	12
Gambar 3.13	Retak Blok Keparahan Tinggi .....	12
Gambar 3.14	Retak Refleksi Keparahan Rendah.....	13
Gambar 3.15	Retak Refleksi Keparahan Sedang .....	13
Gambar 3.16	Retak Refleksi Keparahan Tinggi.....	13
Gambar 3.17	Retak Selip Keparahan Rendah.....	13

Gambar 3.18	Retak Selip Keparahan Sedang .....	13
Gambar 3.19	Retak Selip Keparahan Tinggi.....	13
Gambar 3.20	Pelepasan Butir Keparahan Sedang .....	14
Gambar 3.21	Pelepasan Butir Keparahan Tinggi.....	14
Gambar 3.22	Pelapukan Keparahan Rendah.....	15
Gambar 3.23	Pelapukan Keparahan Sedang .....	15
Gambar 3.24	Pelapukan Keparahan Tinggi.....	15
Gambar 3.25	Alur Keparahan Rendah .....	15
Gambar 3.26	Alur Keparahan Sedang .....	15
Gambar 3.27	Alur Keparahan Tinggi .....	15
Gambar 3.28	Kegemukan Keparahan Rendah .....	16
Gambar 3.29	Kegemukan Keparahan Sedang.....	16
Gambar 3.30	Kegemukan Keparahan Tinggi .....	16
Gambar 3.31	Jembul & Lekukan Keparahan Rendah .....	17
Gambar 3.32	Jembul & Lekukan Keparahan Sedang.....	17
Gambar 3.33	Jembul & Lekukan Keparahan Tinggi .....	17
Gambar 3.34	Keriting Keparahan Rendah .....	17
Gambar 3.35	Keriting Keparahan Sedang .....	17
Gambar 3.36	Keriting Keparahan Tinggi .....	17
Gambar 3.37	Depresi Keparahan Rendah .....	18
Gambar 3.38	Depresi Keparahan Sedang .....	18
Gambar 3.39	Depresi Keparahan Tinggi .....	18
Gambar 3.40	Penanganan Lajur/Bahu Keparahan Rendah.....	19
Gambar 3.41	Penanganan Lajur/Bahu Keparahan Sedang .....	19
Gambar 3.42	Penanganan Lajur/Bahu Keparahan Tinggi.....	19
Gambar 3.43	Tambalan Keparahan Rendah.....	19
Gambar 3.44	Tambalan Keparahan Sedang .....	19
Gambar 3.45	Tambalan Keparahan Tinggi.....	19
Gambar 3.46	Pengausan Agregat.....	20
Gambar 3.47	Lubang Keparahan Rendah .....	21
Gambar 3.48	Lubang Keparahan Sedang.....	21
Gambar 3.49	Lubang Keparahan Tinggi .....	21
Gambar 3.50	Persilangan Rel Keparahan Rendah.....	21

Gambar 3.51	Persilangan Rel Keparahan Sedang .....	21
Gambar 3.52	Persilangan Rel Keparahan Tinggi.....	21
Gambar 3.53	Sungkur Keparahan Rendah.....	22
Gambar 3.54	Sungkur Keparahan Sedang .....	22
Gambar 3.55	Sungkur Keparahan Tinggi .....	22
Gambar 3.56	Contoh Pemuaian .....	23
Gambar 4	Strategi penanganan perkerasan berdasarkan kondisi perkerasan.....	28
Gambar 5	Konsep preservasi perkerasan lentur.....	29
Gambar 6	Hubungan antara rongga udara dengan nilai permeabilitas campuran beraspal untuk berbagai ukuran nominal maksimum agregat .....	36
Gambar 7	Gradasi agregat gabungan untuk ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm .....	43
Gambar 8	Gradasi agregat gabungan untuk ukuran nominal maksimum agregat 4,75 mm .....	44
Gambar 9	Hasil pelaksanaan uji coba skala kecil lapis tipis beton aspal di lapangan .....	46





# 1

## PENDAHULUAN

Jalan memiliki peran penting dalam berbagai bidang, baik dalam bidang ekonomi, sosial budaya maupun integrasi nasional suatu negara. Namun sejalan dengan waktu, kinerja jalan sudah pasti akan mengalami penurunan kondisi. Kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan dapat diakibatkan oleh beban lalu lintas atau akibat cuaca atau kualitas bahan bahan yang kurang baik (AASHTO, 1993). Untuk mempertahankan kinerja jalan agar sesuai dengan umur rencana maka perlu dilakukan preservasi secara terus menerus.

Pada saat menggunakan jalan, tuntutan pengguna jalan adalah kenyamanan, keselamatan dan kecepatan (singkat), yang akhirnya aspek-aspek tersebut ditunjukkan dengan biaya perjalanan yang murah. Di samping itu, pengguna jalan mungkin menuntut pula estetika dan kebersihan lingkungan (bebas kebisingan dan polusi).

Untuk tercapainya tuntutan pengguna jalan, perkerasan harus memenuhi persyaratan kondisi fungsional dan kondisi struktural. Persyaratan kondisi fungsional menyangkut kerataan dan kekesatan permukaan perkerasan, sedangkan persyaratan kondisi struktural menyangkut kemampuan (dinyatakan dalam satuan waktu atau jumlah lalu-lintas) dalam



mempertahankan kondisi fungsionalnya pada tingkat yang layak. Kondisi struktural ditunjukkan oleh kekuatan atau daya dukung perkerasan yang biasanya dinyatakan dalam nilai struktural (*structural number*) atau lendutan. Parameter yang biasanya digunakan untuk menggambarkan kondisi fungsional adalah *Present Serviceability Index* (PSI).

Sesuai dengan bertambahnya umur, perkerasan akan mengalami penurunan kondisi. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan adalah faktor lingkungan dan beban lalu-lintas. Pemeliharaan perkerasan adalah pekerjaan yang rutin dilakukan untuk menjaga perkerasan, di bawah kondisi lalu-lintas normal dan lingkungan.

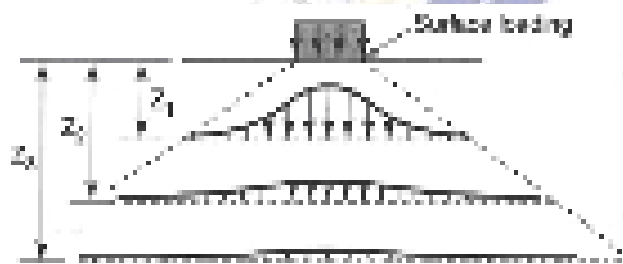
Salah satu perbedaan besar antara pendekatan sistem pemeliharaan di masa lalu dan saat ini adalah penekanan pada preservasi atau pemeliharaan yang bersifat pencegahan dimana preservasi berfokus pada sikap proaktif daripada reaktif. Konsep pemeliharaan proaktif ini memungkinkan pengelola jaringan jalan terhindar dari biaya pemeliharaan yang mahal dan kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi yang memakan waktu dan biaya besar. Jenis penanganan ini merupakan suatu strategi untuk menahan laju kerusakan serta mengurangi kegiatan yang diperlukan terutama pada pemeliharaan rutin. Pelaksanaan pencegahan pada perkerasan lentur adalah penanganan cacat/kerusakan yang bersifat fungsional. Prinsip preservasi adalah melaksanakan penanganan yang tepat terhadap jalan yang tepat pada saat yang tepat, sehingga dapat mempertahankan kondisi jalan tetap baik. Namun demikian, umur layan beberapa tipe teknologi pemeliharaan preventif adalah sangat tergantung dengan kondisi perkerasan *existing*. Jadi kondisi *existing* perkerasan semakin rusak maka umur layan teknologi penanganan yang diterapkan semakin pendek (Caltrans, 2008 dan Vermon Agency of Transportation, 2002).

Buku ini mengkaji metode lapis tipis aspal (*thin hot mix asphalt*) sebagai suatu kegiatan preservasi jalan atau pemeliharaan periodik secara laboratorium dan skala kecil di lapangan.

# 2

## KINERJA PERKERASAN LENTUR

Perkerasan jalan disebut lentur apabila seluruh struktur perkerasan karena pengaruh beban kendaraan akan mengalami defleksi atau lentur secara signifikan. Tipikal struktur perkerasan lentur terdiri atas beberapa lapisan bahan. Setiap lapisan menerima beban dari lapisan di atasnya dan beban tersebut tersebar pada lapisan yang ada di bawahnya. Gambaran tegangan yang terjadi pada setiap lapisan untuk perkerasan lentur seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi tegangan yang terjadi pada lapisan perkerasan lentur

Pada saat menggunakan jalan, tuntutan pengguna jalan adalah kenyamanan, keselamatan dan kecepatan (waktu tempuh) yang akhirnya aspek-aspek tersebut ditunjukkan dengan biaya perjalanan yang murah. Di samping itu, pengguna jalan mungkin menuntut pula estetika dan kebersihan lingkungan (bebas kebisingan dan polusi).

Untuk tercapainya tuntutan pengguna jalan, perkerasan harus memenuhi persyaratan kondisi fungsional dan kondisi struktural. Persyaratan kondisi fungsional menyangkut kerataan dan kekesatan permukaan perkerasan, sedangkan persyaratan kondisi struktural menyangkut kemampuan (dinyatakan dalam satuan waktu atau jumlah lalu-lintas) dalam mempertahankan kondisi fungsionalnya pada tingkat yang layak. Kondisi struktural ditunjukkan oleh kekuatan atau daya dukung perkerasan yang biasanya dinyatakan dalam nilai struktural (*structural number*) atau lendutan. Parameter yang biasanya digunakan untuk menggambarkan kondisi fungsional adalah *Present Serviceability Index* (PSI).

PSI merupakan fungsi dari beberapa jenis kerusakan yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$PSI = 5,03 - 1,91 \log (1 + SV) - 1,38 RD^2 - 0,01 \sqrt{C + P}$$

di mana,

$$SV = \text{slope variance} = \frac{\sum Y^2 - (1/n)(\sum Y)^2}{n - 1}$$

Y = perbedaan elevasi antara dua titik yang berjarak 1 ft

n = jumlah pembacaan

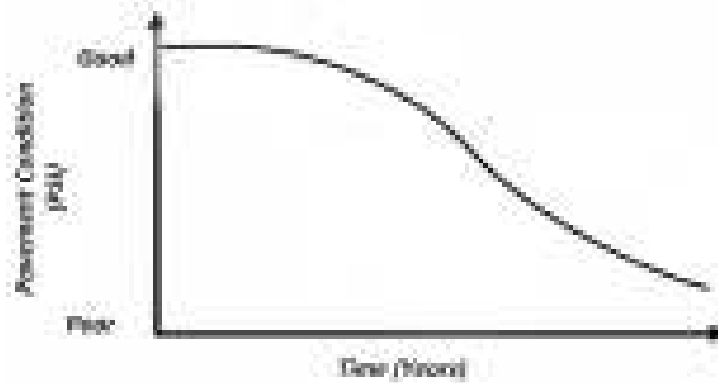
RD = kedalaman alur kedua jejak roda (in.), diukur dengan mistar 4 m

C = panjang retak per 1000 ft<sup>2</sup>

P = tambalan, ft<sup>2</sup> per 1000 ft<sup>2</sup>

Sebagaimana diketahui bahwa kinerja perkerasan pasti akan mengalami penurunan kondisi seperti disajikan pada Gambar 2. Di samping pengaruh bahan yang kurang baik maka ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan seperti (Asphalt Institute MS-16 2009):

- Tipe tanah
- Iklim (panas, dingin, kering, basah dsb.)
- Lalu-lintas



**Gambar 2. Ilustrasi kinerja perkerasan lentur**

Pemeliharaan perkerasan adalah pekerjaan yang rutin dilakukan untuk menjaga perkerasan, di bawah kondisi lalu-lintas normal dan lingkungan.

Kerusakan yang terjadi pada perkerasan dapat terjadi pada saat pekerjaan berlangsung dan pada saat operasi. Di bawah ini diuraikan beberapa jenis kerusakan untuk masing-masing kejadiannya, yaitu:

a. Kerusakan/Cacat Pada Saat Pengerjaan

Kerusakan atau cacat saat pengerjaan di antaranya disebabkan oleh kurang laiknya peralatan, kelalaian operator dan kualitas bahan kurang baik. Adapun jenis kerusakan yang terjadi adalah:

- Keganakan (*bleeding*)
- Keganakan setempat-setempat
- Kusam/kering
- Tekstur kurang baik
- Permukaan tidak rata/gelombang
- Keropos/pelepasan butir
- Sambungan tidak rata
- Jejak mesin pemadat
- Retak halus
- Agregat pecah

b. Kerusakan Saat Operasi

Kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan setelah melayani lalu lintas diantaranya dapat disebabkan karena umur layannya telah tercapai, kesalahan perencanaan akibat tidak mengakomodasi repetisi beban lalu lintas yang aktual atau faktor lingkungan atau akibat data input kekuatan struktur perkerasan atau tanah dasar tidak representatif, kesalahan pada saat pelaksanaan dan penggunaan bahan yang kualitasnya rendah. Pada Tabel 1, diuraikan jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan setelah melayani lalu lintas dan perkiraan penyebabnya, yaitu: beban lalu lintas, cuaca dan kualitas bahan (AASHTO, 1993).

**Tabel 1. Jenis kerusakan dan penyebabnya**

Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	
	Beban Lalu lintas	Cuaca/Bahan
1. Aligator atau Fatik	v	
2. <i>Bleeding</i>		v
3. Retak Blok		v
4. Keriting		v
5. Ambles/Depresi		v
6. Retak Refleksi pada sambungan dari perkerasan beton		v
7. Lajur/bahu turun ( <i>drop-off</i> )		v
8. Lajur/bahu terpisah		v
9. Retak Memanjang/Melintang		V
10. Kerusakan tambalan	v	
11. Keausan agregat	v	
12. Lubang	v	
13. Pemompaan ( <i>pumping</i> )	v (M,H)	v (L)
14. Pelepasan Butir		v
15. Deformasi permanen/Alur	v	
16. Retak slip		v
17. <i>Swelling</i>		v

**Keterangan:**

L = Kecil pengaruhnya, M = Sedang pengaruhnya, dan H = Besar pengaruhnya

# 3

## JENIS KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR

**K**erusakan didefinisikan sebagai suatu kondisi struktur perkerasan yang mengurangi tingkat pelayanan atau mengarah pada pengurangan tingkat pelayanan. Tingkat pelayanan didefinisikan sebagai kemampuan perkerasan untuk memberikan pelayanan yang aman dan nyaman untuk para penggunanya. Kerusakan dapat diperbaiki dengan berbagai perbaikan, masing-masing memiliki tingkat keberhasilan yang bervariasi.

Kerusakan permukaan perkerasan lentur meliputi berbagai cacat perkerasan yang umumnya dikelompokkan ke dalam kategori berikut (ASTM D16433-09):

- a. Retak
  1. Retak Buaya
  2. Retak Tepi
  3. Retak Memanjang
  4. Retak Tidak Beraturan/Blok
  5. Retak Melintang
  6. Retak Refleksi Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)
  7. Retak Selip (*Slippage Cracking*)
- b. Raveling / Pelapukan

- c. Rutting
- d. Kelebihan Aspal
- e. Jembul Dan Lekukan (*Bumps And Sags*)
- f. Keriting (*Corrugation*)
- g. Depresi (*Depression*)
- h. Penanganan Lajur/Bahu (*Lane/Shoulder Drop Off*)
- i. Tambalan Dan Tambalan Galian Utilitas
- j. Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)
- k. Lubang
- l. Persilangan Rel Kereta Api (*Railroad Crossing*)
- m. Sungkur (*Shoving*)
- n. Pemuaian (*Swell*)

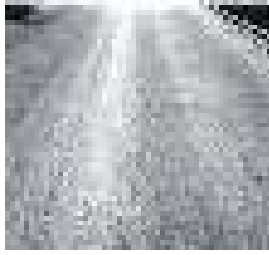
## **Retak**

- **Retak Buaya**

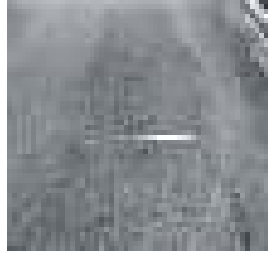
Retak buaya adalah serangkaian retakan saling berhubungan dalam lapisan aspal membentuk suatu pola, yang menyerupai kulit buaya atau kawat ayam. Celah-celah mengindikasikan kegagalan kelelahan lapisan aspal umumnya disebabkan oleh beban lalu lintas berulang dan kerusakan ini memungkinkan air untuk menembus bahan permukaan dan tanah dasar, yang lebih jauh merusak. Retak kulit buaya (*alligator cracks*), juga disebut retak kelelahan, biasanya pertama dimulai sebagai celah longitudinal yang tunggal dalam jalur roda.

Kemungkinan Penyebab:

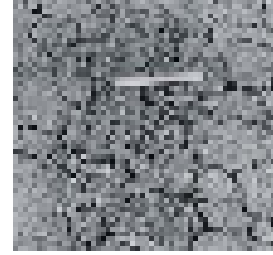
- Kekuatan struktur perkerasan kurang
- Daya dukung pondasi yang tidak memadai
- Drainase kurang baik
- Penuaan (*ageing*) dan beban lalu lintas



Gambar 3.1 Retak Kulit Buaya  
Keparahan Rendah



Gambar 3.2 Retak Kulit Buaya  
Keparahan Sedang



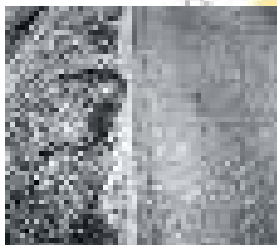
Gambar 3.3 Retak Kulit Buaya  
Keparahan Tinggi

- **Retak Tepi**

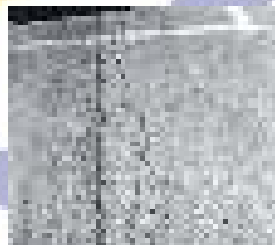
Retak tepi merupakan retak yang sejajar dengan tepi perkerasan dan biasanya terletak sekitar 0,3 m sampai 0,5 m (1 ft sampai 1,5 ft) dari tepi luar perkerasan. Retak tepi diperparah oleh beban kendaraan dan dapat ditimbulkan oleh pelemahan lapis pondasi atas atau tanah dasar. Bagian perkerasan antara retak dan tepi perkerasan dinyatakan mengalami pelepasan butir apabila bagian tersebut hancur (kadang-kadang pecahan bahan perkerasan terlepas)

Kemungkinan Penyebab:

- Lebar lajur kurang memadai (bagian tepi perkerasan jadi jejak roda kendaraan)
- Pelaksanaan/Terkait Konstruksi
- Elevasi bahu yang rendah (tidak adanya *lateral support*)



Gambar 3.4 Retak Tepi  
Keparahan Rendah



Gambar 3.5 Retak Tepi  
Keparahan Sedang



Gambar 3.6 Retak Tepi  
Keparahan Tinggi



- **Retak Memanjang**

Retak memanjang menunjukkan retakan yang berjalan terutama sejajar dengan sumbu jalan. Retak ini mungkin di jejak roda, antara jejak roda dan atau di sendi seperti jalur tengah atau batas antara permukaan perkerasan dengan bahu.

Kemungkinan Penyebab:

- Kurang baiknya sambungan lapis permukaan beraspal
- Lemahnya bagian tepi perkerasan
- Perbedaan penurunan (*Differential settlement*) antara galian dan timbunan
- Perubahan volume tanah dasar (umumnya pada tanah ekspansif)
- Retak refleksi akibat pergeseran pada pelebaran perkerasan
- Retak refleksi akibat dari lapis pondasi yang distabilisasi semen



Gambar 3.7 Retak Memanjang Keparahan Tinggi

- **Retak Melintang**

Retak melintang merupakan retak yang terjadi pada arah lebar perkerasan dan hampir tegak lurus sumbu jalan atau arah penghampanan. Retak melintang biasanya tidak terkait dengan beban kendaraan.

Kemungkinan Penyebab:

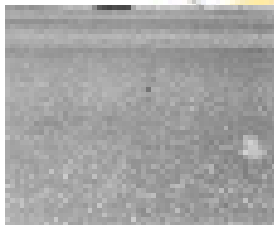
- Refleksi dari retak susut atau sambungan dari lapis pondasi yang distabilisasi semen
- Sambungan konstuksi atau retak susut pada lapis permukaan beraspal (misal akibat penuaan aspal)
- Akibat keruntuhan struktural pada lapis pondasi beton semen
- Susut pada panel perkerasan beton semen
- Penurunan (*parit, backfill*)

- **Retak Melintang**

Retak melintang merupakan retak yang terjadi pada arah lebar perkerasan dan hampir tegak lurus sumbu jalan atau arah penghamparan. Retak melintang biasanya tidak terkait dengan beban kendaraan.

Kemungkinan Penyebab:

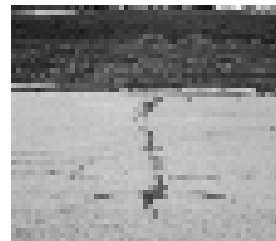
- Refleksi dari retak susut atau sambungan dari lapis pondasi yang distabilisasi semen
- Sambungan konstuksi atau retak susut pada lapis permukaan beraspal (misal akibat penuaan aspal)
- Akibat keruntuhan struktural pada lapis pondasi beton semen
- Susut pada panel perkerasan beton semen
- Penurunan (*parit, backfill*)



Gambar 3.8 Retak Melintang  
Keparahan Rendah



Gambar 3.9 Retak Melintang  
Keparahan Sedang



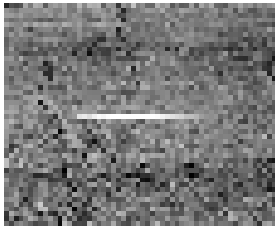
Gambar 3.10 Retak Melintang  
Keparahan Tinggi

- **Retak Acak/blok**

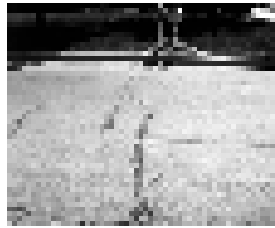
Retak acak atau retak blok membagi menjadi kasar, potongan persegi panjang dan biasanya terjadi merata dengan interval tertentu.

Kemungkinan Penyebab:

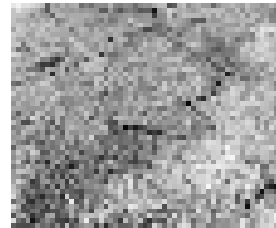
- Refleksi dari sambungan lapisan di bawahnya
- Susut atau fatik pada lapisan bawah atau pondasi yang distabilisasi semen
- Ketebalan kurang memadai
- Penuaan dan pengerasan dari aspal lapis permukaan



Gambar 3.11 Retak Blok  
Keparahan Rendah



Gambar 3.12 Retak Blok  
Keparahan Sedang



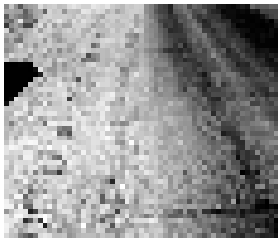
Gambar 3.13 Retak Blok  
Keparahan Tinggi

- **Retak Refleksi Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)**

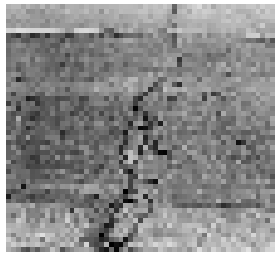
Retak refleksi sambungan adalah retak yang terjadi pada lapis beton aspal yang dihampar pada perkerasan beton semen disambung, tidak mencakup retak refleksi yang berasal dari lapis pondasi yang distabilisasi (misal dengan semen atau kapur).

Kemungkinan Penyebab:

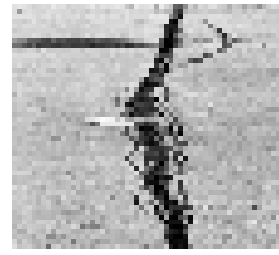
- Pergerakan pelat beton semen yang ditimbulkan oleh perubahan suhu atau kadar air pada pelat beton semen
- Akibat keruntuhan struktural pada lapis pondasi beton semen



**Gambar 3.14 Retak Refleksi  
Keparahan Rendah**



**Gambar 3.15 Retak Refleksi  
Keparahan Sedang**



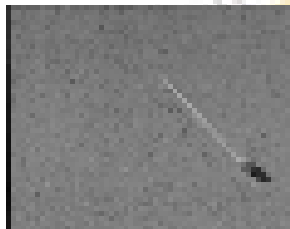
**Gambar 3.16 Retak Refleksi  
Keparahan Tinggi**

- **Retak Selip (*Slippage Cracking*)**

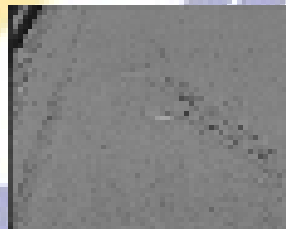
Retak selip merupakan retak yang menyerupai bulan sabit atau bulan setengah bulat, biasanya melintang arah lalu-lintas. Retak selip terjadi pada saat kendaraan direm atau berbelok yang mengakibatkan lapis permukaan terdorong atau mengalami perubahan bentuk. Retak selip biasanya terjadi pada lapis permukaan yang kurang terikat dengan lapis di bawahnya.

Kemungkinan Penyebab:

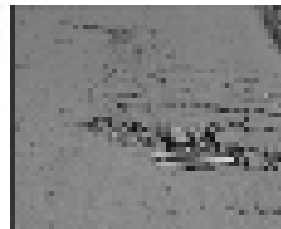
- Kualitas lapis ikat kurang baik
- Kuantitas lapis ikat kurang
- Kotornya lapis permukaan lapisan bawahnya



**Gambar 3.17 Retak Selip  
Keparahan Rendah**



**Gambar 3.18 Retak Selip  
Keparahan Sedang**



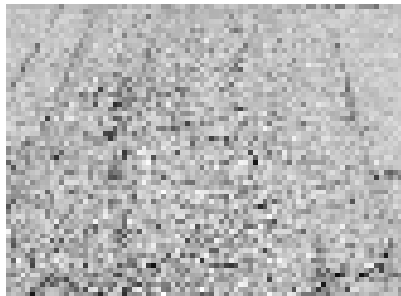
**Gambar 3.19 Retak Selip  
Keparahan Tinggi**

### **Pelepasan Butir (*Raveling*)**

Pelepasan butir merupakan fenomena tercabutnya butir-butir agregat kasar. Pelepasan butir dapat diakibatkan oleh kandungan aspal yang rendah, campuran yang jelek, pemadatan yang kurang, segregasi, atau pengelupasan aspal.

Kemungkinan Penyebab:

- ✓ Penuaan aspal dan oksidasi atau kerusakan oleh oli
- ✓ Agregat kotor
- ✓ Aspal kurang
- ✓ Kurang padat atau akibat agregat basah



Gambar 3.20 Pelepasan Butir Keparahan Sedang



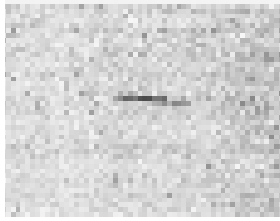
Gambar 3.21 Pelepasan Butir Keparahan Tinggi

### **Pelapukan (*Surface Wear*) – Beton Aspal Padat**

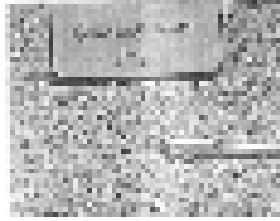
Pelapukan merupakan pelepasan aspal dan butir-butir halus pada beton aspal.

Kemungkinan Penyebab:

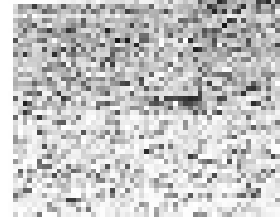
- ✓ Oksidasi
- ✓ Pemadatan yang kurang
- ✓ Agregat halus kotor
- ✓ Kandungan aspal yang rendah
- ✓ Penggunaan pasir alam yang terlalu banyak
- ✓ Erosi pengaruh air dan lalu-lintas



Gambar 3.22 Pelapukan Keparahan Rendah



Gambar 3.23 Pelapukan Keparahan Sedang



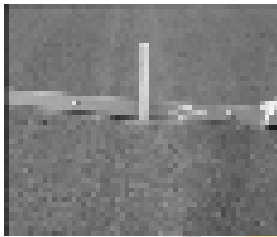
Gambar 3.24 Pelapukan Keparahan Tinggi

### Alur (*Rutting*)

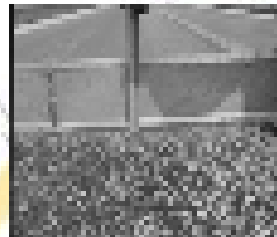
Umumnya adalah depresi lapisan permukaan perkerasan di jejak roda kendaraan atau menurunnya tanah dasar setelah aplikasi beban lalu-lintas.

Kemungkinan Penyebab:

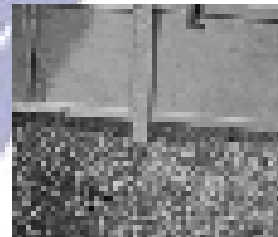
- ✓ Beban berlebih (*structural overloading*) dan atau perkerasan kurang tebal
- ✓ Kualitas bahan kurang baik
- ✓ Kurangnya baiknya pengendalian mutu, khususnya pemadatan dan drainase



Gambar 3.25 Alur Keparahan Rendah



Gambar 3.26 Alur Keparahan Sedang



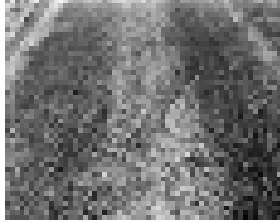
Gambar 3.27 Alur Keparahan Tinggi

### Kelebihan Aspal (*Bleeding*)

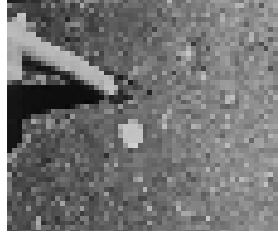
Kelebihan aspal, juga disebut kegemukan aspal atau pembilasan, digunakan untuk menggambarkan kelebihan film aspal pada permukaan perkerasan yang menciptakan permukaan halus, mengkilat, berminyak, dan reflektif. Hal ini, biasanya ditemukan di jalan roda dan menjadi cukup lengket ketika panas.

Kemungkinan Penyebab:

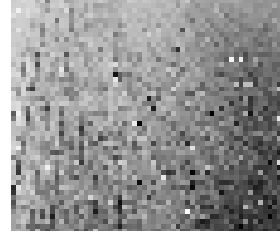
- ✓ Penggunaan aspal berlebih
- ✓ Rongga udara rendah
- ✓ Kualitas aspal kurang baik
- ✓ Lapis ikat berlebih



Gambar 3.28 Kegemukan Keparahan Rendah



Gambar 3.29 Kegemukan Keparahan Sedang



Gambar 3.30 Kegemukan Keparahan Tinggi

### Jembul dan Lekukan (*Bumps and Sags*)

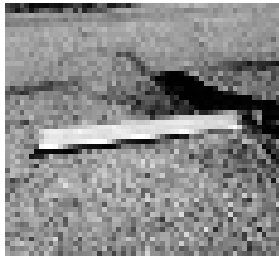
Jembul (*bumps*) merupakan peninggian kecil dan setempat pada permukaan perkerasan. Jembul dibedakan dari sungkur (*shoves*) dimana sungkur disebabkan oleh perkerasan yang tidak stabil.

Lekukan (*sags*) merupakan penurunan kecil dan kasar (*abrupt*) pada permukaan beton aspal. Apabila jembul (*bumps*) terjadi dalam arah yang tegak lurus arah lalui-lintas dan satu sama lain berjarak kurang dari 3 m (10 ft), maka jembul disebut keriting. Apabila distorsi dan pergeseran (*displacement*) terjadi pada permukaan perkerasan yang luas sehingga menimbulkan penurunan yang besar atau panjang, atau kedua-duanya, maka kerusakan tersebut harus dicatat sebagai "pemuaian".

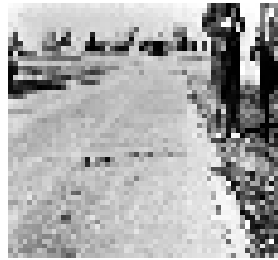
Kemungkinan Penyebab:

- ✓ Pelengkungan ke atas (*buckling*) atau pelengkungan ke bawah (*bulging*) pelat beton di bawah lapis beraspal pada kasus lapis tambah dengan beton aspal pada perkerasan beton semen

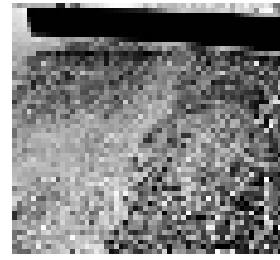
- ✓ Infiltrasi dan penumpukan bahan ke dalam retak yang dikombinasikan dengan beban kendaraan



Gambar 3.31 Jembul & Lekukan Keparahan Rendah



Gambar 3.32 Jembul & Lekukan Keparahan Sedang



Gambar 3.33 Jembul & Lekukan Keparahan Tinggi

### Keriting (*Corrugation*)

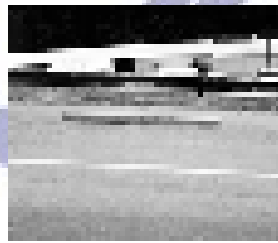
Keriting, dikenal juga dengan “papan cucian” (*“washboarding”*), merupakan rangkaian/seri punggung (*ridges*) dan lembah (*valleys*) yang jaraknya berdekatan, biasanya kurang dari 3 m (10 ft) dan terjadi cukup beraturan. Punggung dan lembah mempunyai arah yang tegak lurus terhadap arah lalu-lintas.

Kemungkinan Penyebab:

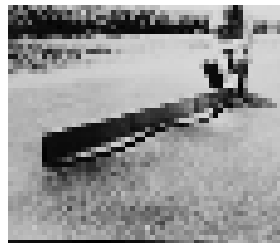
- ✓ Lalu-lintas yang dikombinasikan dengan lapis beraspal yang tidak stabil
- ✓ Kualitas aspal kurang baik
- ✓ Rongga udara rendah
- ✓ Penggunaan aspal berlebih dan atau lapis ikat berlebih



Gambar 3.34 Keriting Keparahan Rendah



Gambar 3.35 Keriting Keparahan Sedang



Gambar 3.36 Keriting Keparahan Tinggi

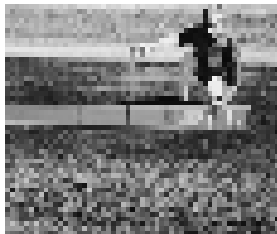


### Depresi (*Depression*)

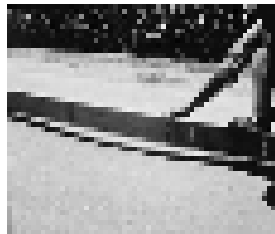
Depresi merupakan kondisi dimana pada suatu lokasi, elevasi permukaan perkerasan lebih rendah dari permukaan perkerasan di sekitarnya. Pada beberapa kasus, depresi ringan sulit dilihat, kecuali pada saat hujan yang menimbulkan genangan pada depresi sehingga terbentuk “bak mandi burung” (*“birdbath”*)

Kemungkinan Penyebab:

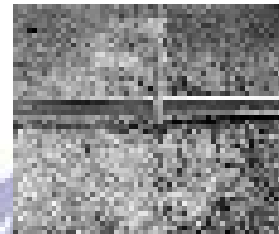
- ✓ Penurunan (*settlement*) tanah dasar
- ✓ Beban berlebih (*structural overloading*) dan atau perkerasan kurang tebal
- ✓ Kualitas bahan kurang baik
- ✓ Kurangnya baiknya pengendalian mutu, khususnya pemadatan dan drainase



Gambar 3.37 Depresi  
Keparahan Rendah



Gambar 3.38 Depresi  
Keparahan Sedang



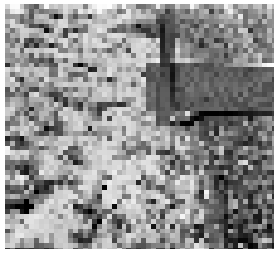
Gambar 3.39. Depresi  
Keparahan Tinggi

### Perbedaan Elevasi Lajur dan Bahu (*Lane/Shoulder Drop Off*)

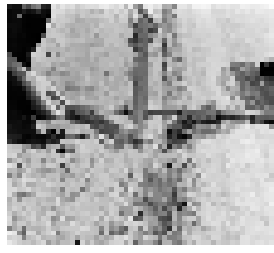
Perbedaan elevasi lajur/bahu merupakan perbedaan elevasi permukaan bagian tepi perkerasan dengan permukaan bahu.

Kemungkinan Penyebab:

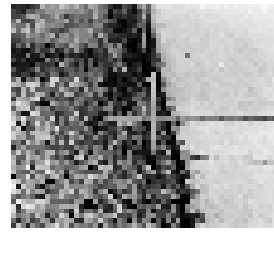
- ✓ Lebar perkerasan jalan yang menyebabkan kendaraan melintas pada tepi perkerasan.
- ✓ Elevasi bahu jalan tidak disesuaikan ketika perkerasan di-*overlay*
- ✓ Erosi atau penurunan bahu



Gambar 3.40 Penanggaan Lajur/Bahu Keparahan Rendah



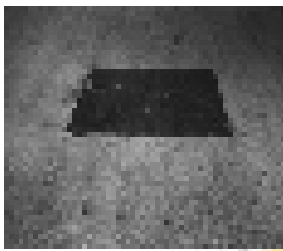
Gambar 3.41 Penanggaan Lajur/Bahu Keparahan Sedang



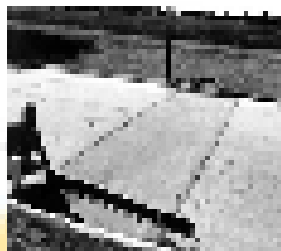
Gambar 3.42 Penanggaan Lajur/Bahu Keparahan Tinggi

### Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas

Tambalan merupakan suatu bagian perkerasan yang telah diganti dengan bahan baru dalam rangka memperbaiki bagian perkerasan yang mengalami kerusakan. Tambalan dinilai sebagai cacat betapapun baiknya tambalan tersebut (tambalan dan bagian perkerasan di sekitar tambalan biasanya tidak mempunyai kinerja yang sama dengan kinerja perkerasan asli). Umumnya, tambalan menimbulkan ketidakrataan (*roughness*).



Gambar 3.43 Tambalan Keparahan Rendah



Gambar 3.44 Tambalan Keparahan Sedang



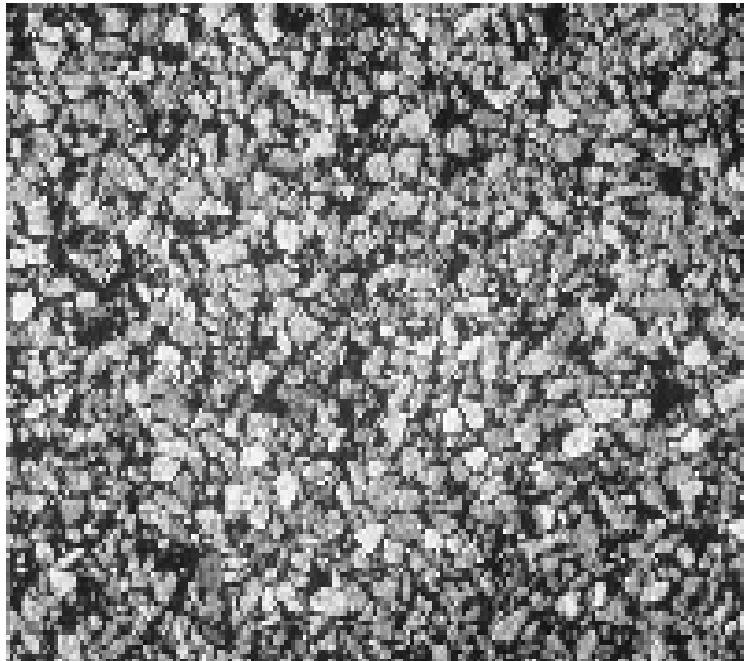
Gambar 3.45 Tambalan Keparahan Tinggi

### Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)

Kerusakan ini merupakan akibat penggosokan berulang oleh ban kendaraan. Pengausan agregat dinilai terjadi apabila pengamatan mendalam menunjukkan bahwa porsi agregat yang menonjol di atas permukaan perkerasan terlalu sedikit, atau pada permukaan perkerasan tidak terdapat partikel agregat yang kasar atau bersudut untuk menghasilkan tahanan gesek.

Kemungkinan Penyebab:

- ✓ Penggunaan agregat yang mudah aus atau abrasi tinggi
- ✓ Penggunaan agregat halus alam



Gambar 3.46 Pengausan Agregat

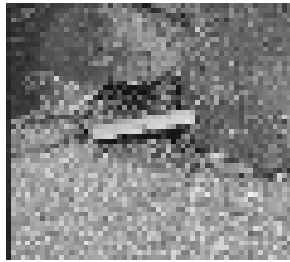
### Lubang

Lubang merupakan cekungan pada permukaan perkerasan yang mempunyai diameter kecil, biasanya kurang dari 750 mm (3 in). Lubang umumnya mempunyai sudut yang tajam dan dinding bagian atas yang tegak. Apabila lubang terbentuk dari retak kulit buaya yang sangat parah, maka kerusakan tersebut dicatat sebagai lubang, tidak sebagai retak kulit buaya atau pelapukan.

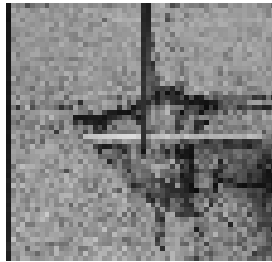
Kemungkinan Penyebab:

- ✓ Kehilangan material pada lapis permukaan karena pelepasan butir, *stripping*, retak dan atau deliminasi

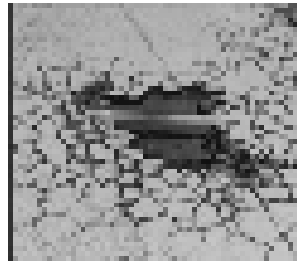
- ✓ Beban, kaitannya dengan lemahnya lapis pondasi
- ✓ Tertariknya aspal lapis permukaan karena roda kendaraan
- ✓ Rendahnya kualitas bahan lapis pondasi



Gambar 3.47 Lubang Keparahan Rendah



Gambar 3.48 Lubang Keparahan Sedang



Gambar 3.49 Lubang Keparahan Tinggi

### Persilangan Rel Kereta Api (*Railroad Crossing*)

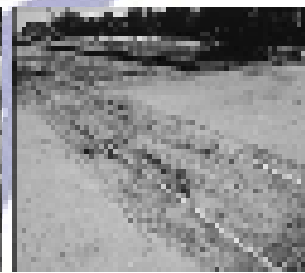
Kerusakan pada persilangan rel kereta api mempunyai bentuk depresi atau jembul di sekitar, atau antara rel, atau kedua-duanya.



Gambar 3.50. Persilangan Rel Keparahan Rendah



Gambar 3.51. Persilangan Rel Keparahan Sedang



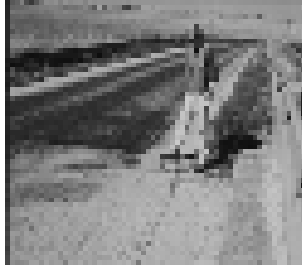
Gambar 3.52. Persilangan Rel Keparahan Tinggi

### Sungkur (*Shoving*)

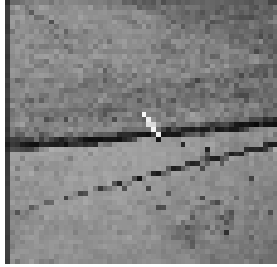
Sungkur merupakan perubahan bentuk (*displacement*) longitudinal lapis permukaan yang permanen dan setempat sebagai akibat beban kendaraan. Pada saat beban kendaraan mendorong lapis permukaan, maka pada lapis permukaan akan terjadi gelombang yang pendek.

Kemungkinan Penyebab:

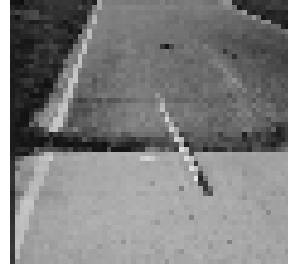
- ✓ Tebal perkerasan kurang
- ✓ Kurang baiknya kualitas bahan jalan, seperti: *interlocking* agregat pada campuran rendah, rendahnya adhesi aspal/agregat.
- ✓ Pemadatan lapis permukaan atau material pondasi kurang baik
- ✓ Kadar aspal berlebih
- ✓ Lemahnya ikatan antara lapisan perkerasan



Gambar 3.53 Sungkur  
Keparahan Rendah



Gambar 3.54 Sungkur  
Keparahan Sedang



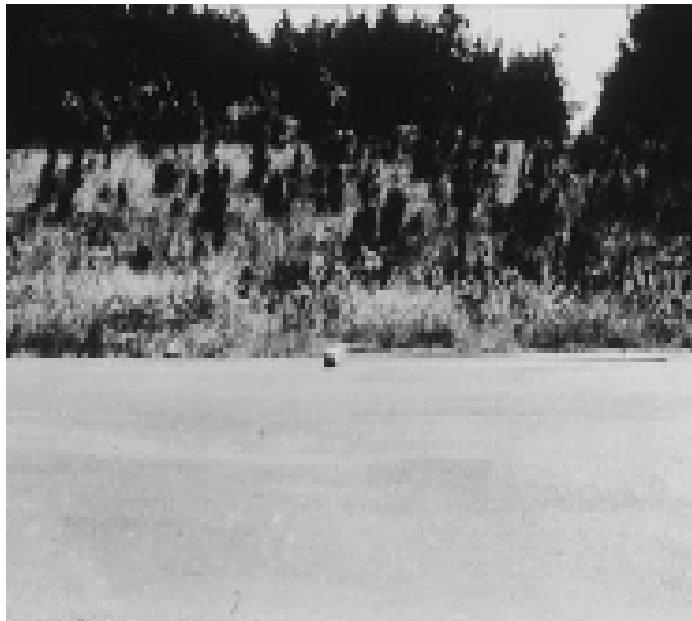
Gambar 3.55 Sungkur  
Keparahan Tinggi

### Pemuaian (*Swell*)

Pemuaian ditandai dengan jendul (*upward bulg*) pada permukaan perkerasan yang membentuk gelombang gradual dengan panjang lebih dari 3 m (10 ft).

Kemungkinan Penyebab:

- ✓ Pemuaian tanah dasar



Gambar 3.56 Contoh Pemuaian





# 4

## STRATEGI PEMELIHARAAN PERKERASAN LENTUR

**A**da tiga tujuan utama penanganan/pemeliharaan (Robinson R, 1985), yaitu:

- a. Memperlambat penurunan kondisi sehingga jalan berfungsi sesuai umur rencana.
- b. Mengurangi biaya operasi kendaraan.
- c. Agar jalan selalu berfungsi sehingga dapat melayani penggunaanya (termasuk untuk kegiatan industri dan pertanian).

Kegiatan penanganan harus dilakukan mencakup perkerasan, bahu jalan, saluran samping, gorong-gorong, jembatan, marka dan talud atau lereng samping. Menurut jenis kegiatannya, penanganan jalan terdiri atas:

- a. Pemeliharaan Rutin
- b. Pemeliharaan Periodik
- c. Rehabilitasi/Peningkatan
- d. Rekonstruksi

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilakukan pada jalan mantap dan dilakukan terus menerus sepanjang tahun, yang meliputi perawatan dan perbaikan terhadap kerusakan-kerusakan ringan dan lokal (tanpa dimaksudkan



untuk meningkatkan kemampuan struktur jalan yang bersangkutan). Jenis kegiatan yang dilakukan pada pemeliharaan rutin antara lain adalah: pemotongan rumput, pembersihan saluran samping dan gorong-gorong, pemeliharaan jembatan, pemeliharaan perambuan, penambalan lubang, penambalan, pengisian celah retak (*cracks sealing*) dan perbaikan kerusakan tepi perkerasan.

Pemeliharaan berkala adalah pemeliharaan yang dilakukan pada jalan mantap dan dilakukan secara berkala, yang meliputi perawatan dan perbaikan terhadap kerusakan-kerusakan ringan yang bersifat luas. Adapun kegiatan yang dilakukan pada pemeliharaan berkala adalah: pelaburan, perbaikan bahu jalan dan perbaikan marka jalan.

Peningkatan adalah dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan struktur jalan dan atau peningkatan kapasitas jalan. Kegiatan yang dilakukan pada peningkatan dapat berupa salah satu atau gabungan kegiatan antara pemberian lapis tambah (*overlay*) dan penambahan lajur lalu-lintas atau pelebaran.

Rekonstruksi adalah upaya perbaikan terhadap struktur perkerasan yang lemah pada bagian bawah, sehingga tidak dapat diperbaiki dengan pemberian lapis tambah (*overlay*). Disamping itu dapat juga berupa upaya untuk memperbaiki struktur geometrik, baik alinyemen vertikal maupun horizontal, dengan pertimbangan keamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Untuk tercapainya tujuan pemeliharaan maka setiap jenis pemeliharaan harus dilakukan secara berkesinambungan. Konsekuensi yang harus ditanggung bila tidak berkesinambungan adalah umur layan perkerasan tidak sesuai dengan yang direncanakan atau mengalami kerusakan dini.

Pemeliharaan perkerasan adalah kunci untuk preservasi perkerasan. Program preservasi perkerasan yang efektif mengintegrasikan strategi pemeliharaan dan perawatan. Ada tiga jenis pemeliharaan perkerasan:

- a. Pemeliharaan Pencegahan (Preservasi):  
Rencana strategi pemeliharaan dengan biaya efektif untuk sistem jalan yang ada dan perlengkapannya, menghambat kerusakan pada masa depan, dan menjaga atau meningkatkan kondisi fungsional (tanpa meningkatkan kapasitas struktural). Pemeliharaan permukaan yang kurang dari dua inci dengan ketebalan tidak dianggap sebagai penambahan kapasitas struktural
- b. Pemeliharaan Korektif:  
Pemeliharaan korektif dilakukan setelah terjadi kerusakan pada perkerasan, seperti *rutting* sedang hingga *rutting* parah, *raveling* atau retak yang luas. Hal ini juga dapat disebut sebagai pemeliharaan "reaktif"
- c. Pemeliharaan Darurat:  
Pemeliharaan darurat dilakukan selama situasi darurat, seperti lubang yang parah yang perlu perbaikan segera. Ini juga dapat mencakup pemeliharaan sementara sampai perbaikan yang lebih permanen dapat dilakukan.

Berdasarkan Caltrans 2008, ada tiga kategori pelaksanaan pemeliharaan perkerasan, yaitu: pencegahan (preventif), korektif, dan darurat.

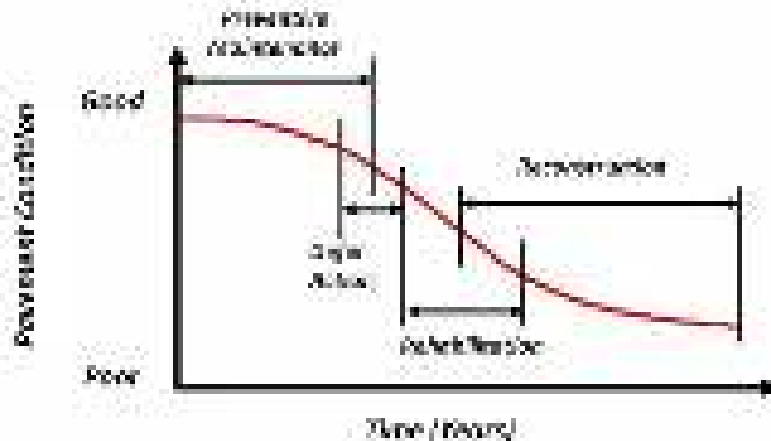
Pemeliharaan preventif; Dilakukan untuk meningkatkan atau memperpanjang umur fungsional perkerasan. Ini adalah strategi dan operasi perawatan permukaan perkerasan dimaksudkan untuk memperlambat kegagalan progresif dan mengurangi kebutuhan untuk perawatan rutin dan kegiatan pelayanan.

Pemeliharaan korektif; Dilakukan setelah kerusakan terjadi pada perkerasan, seperti hilangnya gesekan, sedang hingga *rutting* parah, atau retak yang luas. Mungkin juga disebut sebagai pemeliharaan "reaktif".

Pemeliharaan darurat (*emergency*); Dilakukan selama keadaan darurat, seperti kerusakan lubang yang banyak atau berat yang memerlukan perbaikan segera. Hal ini juga menjelaskan perawatan sementara yang

dirancang untuk meratakan permukaan sampai perbaikan yang lebih permanen dapat dilakukan.

Berdasarkan Caltrans 2008 bahwa terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada proses pemilihan penanganan perkerasan yang tepat. Yaitu mencakup umur, kondisi, lalu-lintas dan rencana kedepan yang diharapkan seperti ketersediaan anggaran.

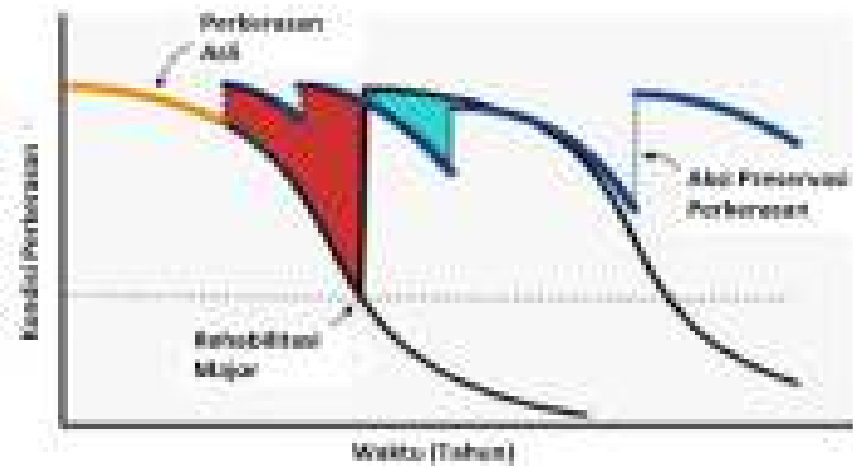


Gambar 4. Strategi penanganan perkerasan berdasarkan kondisi perkerasan

Konsep dan teknik preservasi perkerasan lentur:

- ✓ Pendekatan proaktif dari pemeliharaan preventif
- ✓ Pencegahan pemeliharaan untuk perkerasan dalam kondisi baik
- ✓ Mengurangi tingkat kerusakan
- ✓ Biaya pemeliharaan perkerasan lebih efektif dan efisien

Ilustrasi konsep preservasi perkerasan lentur seperti disajikan pada Gambar 5. Efek yang menguntungkan dari pemeliharaan preventif tergantung pada karakteristik struktur perkerasan, jenis dan penyebaran kerusakan, serta faktor-faktor lain seperti drainase dan bahan. Untuk pemeliharaan preventif yang efektif, perlu untuk menerapkan penanganan yang tepat terhadap kondisi perkerasan yang tepat serta aplikasinya dengan waktu yang tepat.



Gambar 5. Konsep preservasi perkerasan lentur.





# 5

## TEKNOLOGI BAHAN DAN PERKIRAAN UMUR LAYAN

### 5.1 Teknologi bahan

**T**eknik penanganan perkerasan lentur yang umum digunakan seperti disajikan pada Tabel 2 (Asphalt Institute, 2009). Sedangkan pada Tabel 3 disajikan beberapa keuntungan dari beberapa teknologi bahan untuk pemeliharaan preventif (TRB, 2004). Pada Tabel 3 terlihat dari beberapa teknologi bahan yang memiliki keuntungan meningkatkan kondisi fungsional tetapi berguna untuk meproteksi pengaruh kelembaban/air serta memperpanjang umur layan, yaitu teknologi *Ultrathin Friction Course* dan *thin overlay*.

Caltrans (2008) menyatakan bahwa panduan untuk memilih strategi yang paling tepat dalam mengatasi berbagai kesukaran perkerasan adalah dengan menerapkan pemeliharaan preservasi. Namun, untuk kerusakan yang terkait dengan struktur perkerasan yang ada, maka penanganan perkerasan dengan preservasi tidak akan tepat, namun dengan melakukan perancangan untuk penanganan rehabilitasi.

**Tabel 2. Teknik penanganan kerusakan yang umum digunakan (Asphalt Institute, 2009).**

<i>Distress Description</i>		<i>Common Repair Techniques</i>
Fatigue (Alligator) Cracking		Full-depth patch
Bleeding/Flushing		Chip Seals, Sandwich Seals, Thin Overlay
Corrugation/Washboarding		Deep or Full-depth patch
Cracking		Crack seal / fill
Raveling	Light	Any surface treatment
	Medium	Any surface treatment
	Severe	Any surface treatment / Thin Overlay
Grade Depressions		Cold mill and overlay
Longitudinal Cracking		Crack seal / fill
Low Skid Resistance		All surface treatments except fog seals
Potholes		Partial, full-depth, or injection patching
Reflection Cracking		Crack seal / fill
Rutting		Cold mill and overlay
Slippage Cracking		Partial or full-depth patch
Transverse Cracking		Crack seal / fill
Upheaval		Full-depth patch

**Tabel 3. Keuntungan dari berbagai tipe teknologi pemeliharaan**

<i>Treatment</i>	<i>Roughness</i>	<i>Friction</i>	<i>Noise</i>	<i>Life Extension</i>	<i>Moisture Reduction</i>
Crack Sealing				x	v
Fog Seal				x	v
Scrub Seal				v	v
Slurry Seal	v	v	v	v	x
Microsurfacing	v	v	v	v	x
Chip Seal	v	v	v	v	x
Ultrathin Friction Course	v	v	v	v	v
Thin Overlay	v	v	v	v	v

Keterangan V = *Major Effect* X = *Minor Effect*; Sumber: TRB (2000)

## 5.2 Umur Layan

Mengacu terhadap hasil penelitian yang disajikan oleh Caltrans (2008), umur layan beberapa tipe teknologi pemeliharaan preventif adalah sangat tergantung dengan kondisi perkerasan existing. Kondisi *existing* perkerasan semakin rusak maka umur layan teknologi penanganan yang diterapkan semakin pendek. Begitu juga berdasarkan *Vermont Agency of Transportation* (2002), yaitu estimasi kemampuan layan teknologi bahan untuk pemeliharaan sangat tergantung terhadap kekuatan struktur perkerasan *existing*. Contoh pada Tabel 4 bahwa estimasi lalu-lintas rencana yang dapat dilayani untuk penanganan rehabilitasi sangat tergantung dari kekuatan struktur perkerasan yang ada ( $SN_{\text{efektif}}$ ).

Tabel 4. Pemeliharaan dengan rehabilitasi

Tipe Pemeliharaan	Penambahan AC Baru (inci)	Estimasi Umur Layan (tahun)	Estimasi Lalu-lintas Rencana	Keterangan
<i>Crack Sealing</i>	-	3-4	-	
<i>Spot Levelling</i>	-	-	-	
<i>Chip Seal</i>	-	3-6	-	
<i>Thin Overlay</i>	$\leq 1,5$	5-8	200.000 550.000	$SN_{\text{efektif}} = 3$ $SN_{\text{efektif}} = 4$
<i>Mill and Fill</i>	$\pm 2$	8-12	300.000 1.200.000	$SN_{\text{efektif}} = 3$ $SN_{\text{efektif}} = 4$
<i>Structural Overlay</i>	2-5	6-12	300.000-2.000.000 1.200.000- 7.000.000	$SN_{\text{efektif}} = 3$ $SN_{\text{efektif}} = 4$
<i>Hot In-place Recycling</i>	1-3	6-10	200.000-700.000 800.000-3.000.000	$SN_{\text{efektif}} = 3$ $SN_{\text{efektif}} = 4$
<i>Cold Recycle and Overlay</i>	2,5	12	400.000 1.750.000	$SN_{\text{efektif}} = 3$ $SN_{\text{efektif}} = 4$
<i>Reclaim and Overlay</i>	$\geq 4,5$	8-12	1.400.000 5.500.000	$SN_{\text{efektif}} = 3$ $SN_{\text{efektif}} = 4$
Rekonstruksi	Variasi	20-40	Tergantung perencanaan	



Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan TRB (2004), bahwa siklus waktu penanganan yang direkomendasikan untuk masing-masing teknologi pemeliharaan adalah seperti disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Siklus waktu penanganan disarankan**

<b>Tipe Penanganan</b>	<b>Rekomendasi Tahun Awal Penanganan</b>	<b>Waktu Siklus Penanganan</b>
<i>Crack Sealing</i>	1 - 3	Tahunan
<i>Fog Seal</i>	0 - 3	Tahunan
<i>Scrub Seal</i>	2 - 6	Tahunan
<i>Slurry Seal</i>	2 - 6	Tahunan
<i>Microsurfacing</i>	3 - 7	2 Tahunan
<i>Chip Seal</i>	2 - 5	Tahunan – 2 Tahunan
<i>Ultrathin Friction Course</i>	2 - 6	2 Tahunan
<i>Thin Overlay</i>	5 - 8	2 Tahunan

Sumber: TRB (2004).



# 6

## TEKNOLOGI LAPIS TIPIS BETON ASPAL (*THIN HOT MIX ASPHALT*)

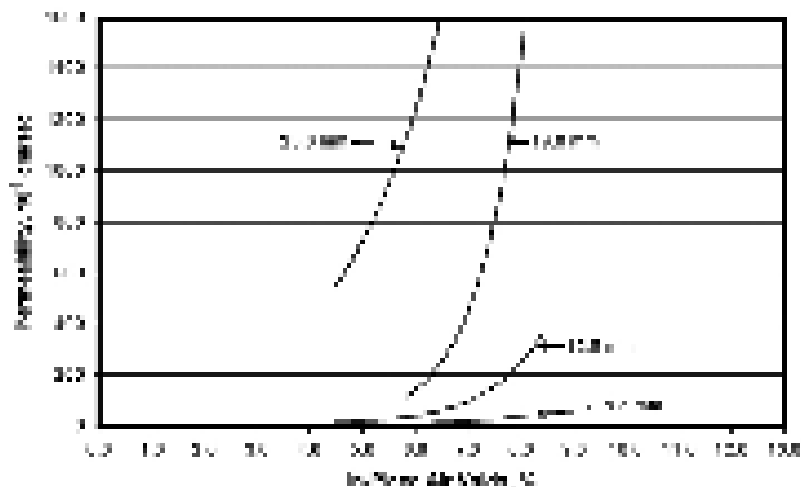
### 6.1 Umum

**S**alah satu teknologi bahan untuk kegiatan preservasi perkerasan lentur adalah lapis tipis beton aspal. Lapis tipis beton aspal memberikan manfaat lebih dari produk perkerasan teknologi perkerasan lainnya. Keuntungan utama lapis tipis beton aspal adalah (NAPA, 2009):

- 1) Umur pelayanan panjang dan *life cycle cost* rendah bila ditempatkan pada struktur perkerasan yang baik.
- 2) Kemampuan untuk mempertahankan elevasi (*grade*) dan kemiringan terkait dengan drainase, terutama campuran dengan ukuran maksimum nominal agregat kecil.
- 3) Kemampuan untuk menahan lalu lintas yang berat dan tegangan geser yang tinggi
- 4) Memiliki permukaan halus
- 5) Setelah selesai konstruksi batu/agregat tertanam baik
- 6) Sangat sedikit atau tidak ada debu selama konstruksi
- 7) Tidak ada waktu untuk menunda pembukaan untuk lalu-lintas
- 8) Tingkat kebisingan rendah
- 9) Tidak terjadi limpasan bahan pengikat (*No binder runoff*)
- 10) Mudah untuk mendaur ulang

- 11) Dapat digunakan dalam konstruksi bertahap
- 12) Mudah dipelihara

Lapis tipis beton aspal memiliki ukuran nominal maksimum agregat lebih kecil sehingga memerlukan aspal relatif lebih banyak. Hal tersebut memberikan keuntungan, yaitu campuran lebih kedap terhadap air. Hasil penelitian yang dilakukan (sesuai NAPA, 2009) bahwa untuk rongga udara yang sama pada campuran beraspal yang menggunakan ukuran agregat nominal maksimumnya makin kecil maka akan semakin kedap terhadap air, seperti diilustrasikan pada Gambar 6. Pada Gambar 6 terlihat untuk nilai rongga udara yang sama pada ukuran maksimum agregat 9,5 mm memiliki permeabilitas lebih kecil dibandingkan dengan yang lainnya.



Gambar 6. Hubungan antara rongga udara dengan nilai permeabilitas campuran beraspal untuk berbagai ukuran nominal maksimum agregat (Sumber: NAPA, 2009).

## 6.2 Pemilihan Aspal

Pemilihan tipe aspal harus disesuaikan dengan temperatur rata-rata maksimum selama 7 hari berturut-turut. Di samping itu, harus memperhatikan lalu-lintas rencana dan kecepatannya. Sesuai hasil kajian Pusjatan (2010) maka

pada umumnya untuk ruas-ruas jalan di wilayah Indonesia jenis aspal yang diperlukan adalah PG 58 atau setara dengan aspal pen 60 sebagaimana yang umumnya digunakan di lingkungan Bina Marga. Namun sesuai AASHTO (2008), apabila lalu-lintas rencana lebih dari 30 juta ESAL maka tipe aspal yang digunakan hendaknya naik 1 grade. Data lengkap tentang tipe aspal yang semestinya digunakan adalah seperti disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Tipe aspal berdasarkan kecepatan dan level lalu-lintas**

Disain ESALs (juta)	Penyesuaian Tipe Aspal Terhadap Temperatur Tinggi		
	Beban Lalu-lintas		
	Diam (Kecep < 20 km/jam)	Rendah (Kecep 20-70 km/jam)	Standar (Kecep > 70 km/jam)
<0,3	-	-	-
0,3 - < 3	2	1	-
3 - < 10	2	1	-
10 - < 30	2	1	-
≥ 30	2	1	1

### 6.3 Gradasi *Agregat* Campuran

Mengacu terhadap AASHTO (2008) atau AASHTO M 323-07 maka gradasi untuk lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) dengan ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm dan 9,50 mm seperti disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Gradasi agregat campuran**

Ukuran saringan		% Berat yang lolos	
		Nominal Maksimum Agregat 4,75 mm	Nominal Maksimum Agregat 9,5 mm
ASTM	(mm)		
½"	12,5	100	100
3/8"	9,5	95 -100	90 - 100
No.4	4,75	90 - 100	Maks.90
No.8	2,36	-	32 - 67
No.16	1,18	30 – 60	-
No.30	0,600	-	-
No.200	0,075	6 -12	2 - 10

Sumber : AASHTO 2008

**Tabel 8. Persyaratan gradasi, kualitas agregat dan campuran beraspal panas dengan NMAS kecil (NAPA, 2009)**

38

## 6.4 Karakteristik Campuran

Seperti disajikan pada Tabel 8, bahwa persyaratan campuran untuk setiap negara berbeda, begitu juga dalam pembuatan benda ujinya. Maka untuk persyaratan campuran lapis tipis beton aspal mengacu terhadap spesifikasi *superpave* (AASHTO) sesuai dengan spesifikasi campuran beraspal panas pada spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan di Bina Marga.

Mengacu terhadap AASHTO (2008) atau AASHTO M 323-07 maka karakteristik campuran untuk lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9. Karakteristik campuran beraspal panas berdasarkan spesifikasi *superpave***

Disain ESALS (juta)	Kepadatan (% terhadap maksimum specific gravity teoritis)			Minimum Rongga dalam Agregat (%)		Rongga Terisi Aspal, VFB (%)	Rasio Abu terhadap aspal
				Ukuran Nominal Maksimum Agregat (mm)			
	N <sub>initial</sub>	N <sub>design</sub>	N <sub>max</sub>	9,5	4,75		
<0,3	≤ 91,5	96.0	≤ 98,0	15,0	16,0	70 – 80	0,6 – 1,2
0,3 - <0,3	≤ 90,5					65 – 78	
3 - <10							
10 - < 30	≤ 89,0					65 - 75	
≥ 30							

Sumber : AASHTO 2008

Apabila mengacu terhadap Asphalt Institute MS-2 (1997), maka pelelehan campuran untuk lalu lintas berat antara 2,0-3,5 mm, sedangkan untuk lalu lintas sedang berkisar antara 2,0-4,0 mm. Di samping itu, stabilitas Marshall untuk lalu-lintas sedang ditetapkan minimum sekitar 550 kg dan untuk lalu-lintas berat minimum 800 kg.

## 6.5 Spesifikasi Lapis Tipis Beton Aspal (*Thin Hot Mix Asphalt*) yang Diusulkan

### a. Ketentuan Aspal

Kualitas aspal yang digunakan untuk lapis tipis beton aspal adalah sesuai dengan spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan yang berlaku di Bina Marga (2010) atau sesuai dengan Tabel 10.

**Tabel 10. Ketentuan sifat aspal keras**

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi		
				A <sup>(1)</sup>	B	C
				Asbuton yang diproses	Elastom er Alam (Latex)	Elastom er Sintetis
1.	Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70	40-55	50-70	Min.40
2.	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥ 48	≥ 52	≥ 52	≥ 54
3.	Duktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
4.	Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	≥ 232	≥ 232	≥ 232	≥ 232
5.	Kelarutan dalam Trichlor Ethylen; % berat	ASTM D 2042	≥ 99	≥ 90	≥ 99	≥ 99
7.	Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0
8.	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	≤ 2,2	≤ 2,2	≤ 2,2
Pengujian Residu hasil TFOT atau RTFOT :						
9.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2440-1991	≤ 0.8 <sup>2)</sup>	≤ 0.8 <sup>2)</sup>	≤ 0.8 <sup>3)</sup>	≤ 0.8 <sup>3)</sup>
10.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	≥ 54	≥ 54	≥ 54
11.	Keelastisan setelah Pengembalian (%)	ASTM D 5892-96a dan ASTM D 113-86	-	-	> 45	> 60
12.	Duktilitas pada 25°C (cm)	SNI 062432-1991	> 100	> 50	> 50	-

Catatan :

- 1) Hasil pengujian adalah untuk bahan pengikat yang diekstraksi dengan menggunakan metoda SNI 2490:2008. Kecuali untuk pengujian kelarutan dan gradasi mineral dilaksanakan pada seluruh bahan pengikat termasuk kadar mineral.
- 2) Untuk pengujian residu aspal Tipe I, Tipe II – A dan Tipe II – B residunya didapat dari pengujian TFOT sesuai dengan SNI 06-2440-1991.
- 3) Untuk pengujian residu aspal Tipe II-C residunya didapat dari pengujian RTFOT sesuai dengan SNI 03-6835-2002.

b. Ketentuan Gradasi Agregat Campuran

Untuk teknologi campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt*), dengan mengacu terhadap AASHTO 2008 maka gradasi agregat campurannya seperti disajikan pada Tabel 11.

**Tabel 11. Ketentuan gradasi agregat untuk campuran lapis tipis beton aspal (LTAC)**

Ukuran saringan		% Berat yang lolos	
		Nominal Maksimum Agregat 4,75 mm (LTAC-A)	Nominal Maksimum Agregat 9,5 mm (LTAC-B)
ASTM	(mm)		
½"	12,5	100	100
3/8"	9,5	95 -100	90 - 100
No.4	4,75	90 - 100	Maks.90
No.8	2,36	-	32 - 67
No.16	1,18	30 – 60	-
No.30	0,600	-	-
No.200	0,075	6 -12	2 - 10

c. Ketentuan sifat-sifat campuran

Adapun ketentuan sifat-sifat campurannya dengan mengacu terhadap spesifikasi AASTHO (2008) dan Asphalt Institute MS-2 (1997) serta spesifikasi umum Bina Marga adalah seperti disajikan pada Tabel 12, untuk kecepatan kendaraan > 70 km/jam dan Tabel 13, untuk kecepatan kendaraan antara 20 - 70 km/jam.

**Tabel 12. Ketentuan sifat-sifat campuran lapis tipis beton aspal (LTAC)**

Sifat-sifat campuran		Lapis Tipis Beton Aspal (LTAC-A & LTAC-B)	
		Kecepatan kendaraan > 70 km/jam	
		LL Rencana < 10 juta ESA	LL Rencana ≥10 juta ESA
Jumlah tumbukan per bidang		50	75
Rongga dalam campuran (VIM), %	Min.	3,0	3,0
	Maks.	5,0	5,0
Rongga dalam agregat (VMA), %	Min.	15	15



Sifat-sifat campuran		Lapis Tipis Beton Aspal (LTAC-A & LTAC-B)	
		Kecepatan kendaraan > 70 km/jam	
		LL Rencana < 10 juta ESA	LL Rencana ≥10 juta ESA
Rongga terisi aspal (VFB), %	Min.	65	65
Stabilitas marshall, kg	Min.	600	800
Pelelehan, mm	Min.	2	2
	Maks.	4	3,5
Marshall quotient, kg/mm	Min.	150	200
Rongga dalam campuran pada kepadatan membatal ( <i>refusal</i> ), %	Min.	-	2
Tensile Strength Ratio (TSR) pada VIM 7±0,5% (AASHTO T 283-89), %	Min	80	80

**Tabel 13. Ketentuan sifat-sifat campuran lapis tipis beton aspal dimodifikasi (LTAC modified)**

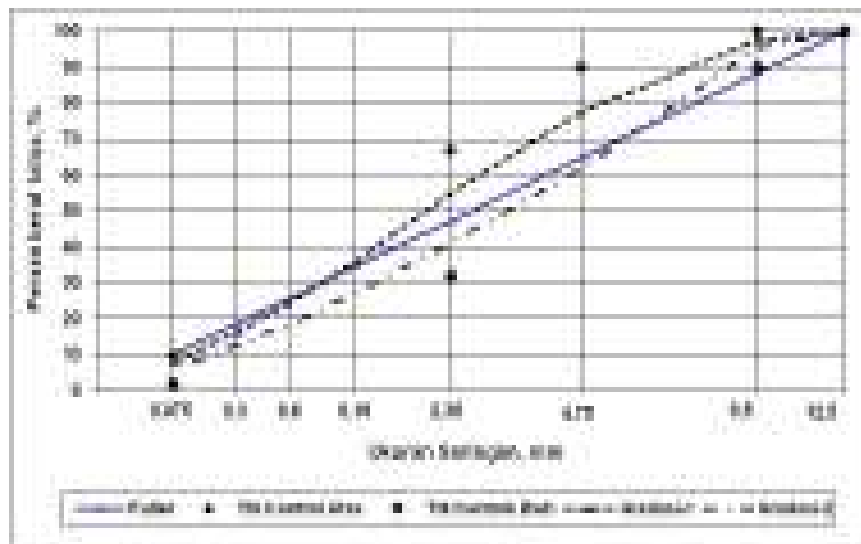
Sifat-sifat campuran		Lapis Tipis Beton Aspal dimodifikasi (LTAC-A Mod & LTAC-B Mod)	
		Kecepatan kendaraan 20-70 km/jam	
		LL Rencana < 10 juta ESA	LL Rencana ≥10 juta ESA
Jumlah tumbukan per bidang		50	75
Rongga dalam campuran (VIM), %	Min.	3,0	3,0
	Maks.	5,0	5,0
Rongga dalam agregat (VMA), %	Min.	15	15
Rongga terisi aspal (VFB), %	Min.	65	65
Stabilitas marshall, kg	Min.	700	900
Pelelehan, mm	Min.	2	2
	Maks.	4	3,5
Marshall quotient, kg/mm	Min.	200	250
Rongga dalam campuran pada kepadatan membatal ( <i>refusal</i> ), %	Min.	-	2
Tensile Strength Ratio (TSR) pada VIM 7±0,5% (AASHTO T 283-89), %	Min	80	80

## 6.6 Hasil Uji Skala Laboratorium dan Lapangan

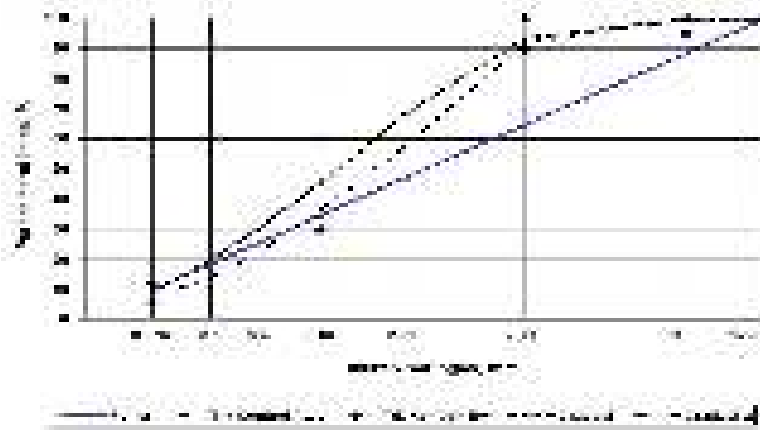
Pengujian yang dilakukan di laboratorium adalah mengkaji lapis tipis beton aspal (Thin HMA) dan gradasi agregat mengacu terhadap spesifikasi *superpave* sesuai AASHTO 2008.

Tipe aspal yang digunakan untuk campuran tersebut adalah aspal pen 60 dan agregat yang digunakan pada kajian ini memenuhi karakteristik yang disyaratkan pada spesifikasi campuran beraspal panas, seksi 6.3 Buku V. Bina Marga (2006).

Jenis campuran yang diuji coba di laboratorium untuk masing-masing ukuran nominal maksimum (ukuran nominal maksimum 9,5 mm dan 4,75 mm) adalah 2 tipe gradasi. Gradasi agregat gabungan untuk kedua tipe gradasi tersebut adalah berturut-turut disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Gradasi agregat gabungan untuk ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm



Gambar 8. Gradasi agregat gabungan untuk ukuran nominal maksimum agregat 4,75 mm

Pembuatan benda uji campuran beraspal dengan menggunakan alat pemadat Marshall dengan jumlah tumbukan 2 x 75 tumbukan. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh karakteristik campuran, yaitu parameter Marshall serta volumetrik campuran untuk kedua tipe campuran tersebut disajikan pada Tabel 14. Pada Tabel 14 terlihat bahwa karakteristik kedua tipe campuran memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi usulan (lihat butir 6.5.c). Data hasil pengujian Marshall yang lebih rinci dalam bentuk grafik disajikan pada lampiran.

Tabel 14. Karakteristik lapis tipis beton aspal ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm dan 4,75 mm dengan Aspal Pen 60

Sifat Campuran	Karakteristik Campuran					Persyaratan*
	Hasil Pengujian Lapis Tipis Beton Aspal Untuk Kec. Kendaraan > 70 km/jam dan LL Rencana $\geq 10$ juta ESA					
	Nominal Maksimum Agregat 4,75 mm (LTAC-A)		Nominal Maksimum Agregat 9,5 mm (LTAC-B)			
	Gradasi-1	Gradasi-2	Gradasi-1	Gradasi-2		
Kadar Aspal Opt. , %	8,00	7,85	7,00	6,85	-	
Kepadatan, t/m3	2,302	2,298	2,313	2,315	-	

Sifat Campuran	Karakteristik Campuran				Persyaratan*
	Hasil Pengujian Lapis Tipis Beton Aspal Untuk Kec. Kendaraan > 70 km/jam dan LL Rencana $\geq 10$ juta ESA				
	Nominal Maksimum Agregat 4,75 mm (LTAC-A)		Nominal Maksimum Agregat 9,5 mm (LTAC-B)		
	Gradasi- 1	Gradasi- 2	Gradasi- 1	Gradasi- 2	
VFB, %	81,58	80,03	76,70	75,77	Min. 65
VIM-Marshall, %	4,04	4,37	4,70	4,7	3 - 5
VMA, %	21,55	21,53	20,09	19,52	Min. 15
Stabilitas, kg	942	954	952	932	Min 800
Kelelahan, mm	3,3	3,2	3,43	3,60	2 – 3,5
<i>Marshall Quotient</i> , kg/mm	286	293	279	264	Min. 200
Rongga dalam campuran pada kepadatan membal ( <i>refusal</i> ), %	3,0	3,2	3,43	3,6	Min. 2
<i>Tensile Strength Ratio</i> (TSR) pada VIM 7 $\pm$ 0,5% (AASHTO T 283-89), %	85,5	87,8	88,9	87,5	Min. 80

\*) Spesifikasi usulan (lihat butir 6.5.c)

Berdasarkan hasil kajian dilaboratorium, selanjutnya diuji coba skala kecil di lapangan dan hasil uji coba menunjukkan kinerja cukup baik dan pada saat pelaksanaan tingkat kemudahan kerja cukup baik, yaitu diantaranya segregasi tidak terjadinya dan permukaan hasil hamparan cukup halus dan kedap air. Gambaran proses pelaksanaan disajikan pada Gambar 9.



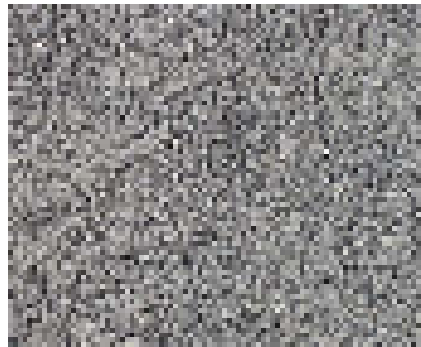
9.a. Pekerjaan Tack Coat



9.b. Penghamparan



**9.c. Pemasangan**



**9.d. Permukaan lapis tipis beton aspal Nom. Maks Agregat 9,5 mm**



**9.e. Permukaan lapis tipis beton aspal Nom. Maks Agregat 4,75 mm**

**Gambar 9. Hasil pelaksanaan uji coba skala kecil lapis tipis beton aspal di lapangan**

# 7

## PENUTUP

**B**erdasarkan hasil kajian pustaka dan hasil uji coba dilaboratorium maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

- a. Pemeliharaan proaktif atau preventif adalah strategi penanganan yang efektif dan efisien karena dapat mengeliminasi tingkat dan sebaran kerusakan serta menghambat terjadinya kerusakan lebih parah sehingga dapat mengurangi pelaksanaan pemeliharaan dengan rehabilitasi dan rekonstruksi.
- b. Keberhasilan teknologi bahan yang digunakan untuk kegiatan preservasi adalah tergantung dari pemilihan teknologi bahan yang tepat sesuai dengan kondisi perkerasan, baik kondisi struktural maupun kondisi fungsional, serta faktor lalu-lintas dan lingkungan.
- c. Lapis tipis beton aspal merupakan salah satu teknologi bahan untuk preservasi dan teknologi ini lebih tahan terhadap kondisi lingkungan sehingga memiliki umur lebih lama, lebih tepat untuk lalu lintas padat serta lebih mudah pelaksanaannya.
- d. Tebal padat minimum untuk aplikasi lapis aspal tipis beton aspal dengan ukuran nominal maksimum agregat 4,75 mm adalah 2 cm dan untuk yang

menggunakan ukuran nominal maksimum agregat 9,50 mm adalah 2,5 cm.

- e. Jenis Aspal direkomendasikan untuk aplikasi campuran lapis aspal tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) harus mempertimbangkan kondisi lapangan, yaitu temperatur lapangan, kecepatan dan lalu-lintas rencana.



# DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993*. AASHTO. Washington, DC.
- AASHTO, 2008. *Standard Specification for Superpave Volumetric Mix Design AASHTO Designation M 323-07*. Washington, DC.
- Asphalt Institute, 2009. *Asphalt in Pavement Preservation and Maintenance, Manual Series 16 (MS-16) Fourth Edition*. The Asphalt Institute. Washington DC.
- ASTM, 2009. *Standar Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Survey*. United State.
- Bina Marga (2006). *Spesifikasi Umum bidang Jalan dan Jembatan*, Jakarta
- Caltrans 2008, *Maintenance Technical Advisory Guide Volume I – Flexible Pavement Preservation, 2nd Edition*. State of California Department of Transportation, Sacramento, USA
- Cuelho E, Mokwa R, Akin M, 2006. *Preventive Maintenance Treatments of Flexible Pavements: A Synthesis of Highway Practice-FHWA/MT-06-009/8117-26*. Western Transportation Institute College of Engineering, Montana State University, Bozeman.
- David P Orr PE, 2006. *Pavement Maintenance. Cornell Local Roads Program 416 Riley-Robb Hall*. New York.
- David P, 1998. *The Incorporation of Structural Data in A Pavement Management System*, 4<sup>th</sup> International Conference on Managing

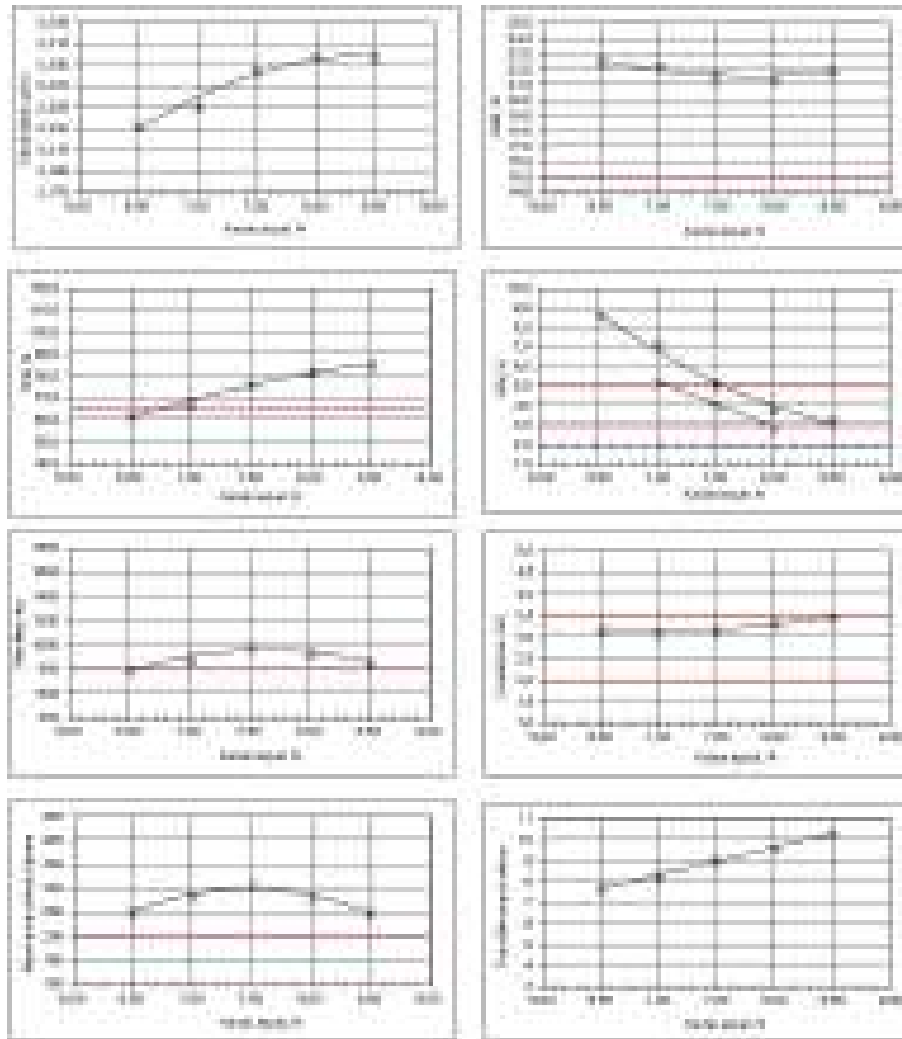


- Pavements. Pavement Management Services PO Box 220 Oatlands NWS 2117, Australia.
- Hicks, R Gary, Seeds, Stephen B, Peshkin, David G, *Selecting a Preventif Maintenance Treatment for Flexible Pavement*. Washington DC National Association of Australia State Road Authorities, 1987. *A Guide to the Visual Assessment of Pavement Condition*, Australia.
- National Asphalt Pavement Association, 2009. *Thin Asphalt Overlay for Pavement Preservation*. Lanham-Maryland.
- NRC-CNRC, 2003. *Timely Preventive Maintenance for Municipal Roads-A Primer*. A Best Practice the National Guide to Sustainable Municipal Infrastructure. Federation of Canadian Municipalities and National Research Council, Canada.
- Overseas Road Note 1, TRRL, 1987. *Maintenance Management for District Engineers*. England.
- OECD, Road Transport Research, 1987. *Road Monitoring for Maintenance Management*. Vol 1,2. Paris.
- Peshkin D.G, Hoerner T.E, Zimmerman K.A, 2004. *Optimal Timing of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications*, Washington.
- Pusjatan, 2010. *Kajian Pengaruh Lingkungan Terhadap Mutu Perkerasan Lentur*, Bandung.
- Transportation Research Board, 2004, *Optimal Timing of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 523. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Vermont Agency of Transportation, 2002. *Pavement Design Guide, Flexible Pavement Design procedures for Use with the 1993 AASHTO Guide for design of Pavement Structures*. The Vermont Agency
- Zhang Z, Manuel L, Damnjanovic I and Zheng Li, 2002. *Development of a New Methodology for Characterizing Pavement Structural Condition for Network-Level Applications*, Research Project 0-4322. Texas Department of Transportation and U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. The University of Texas, Austin.

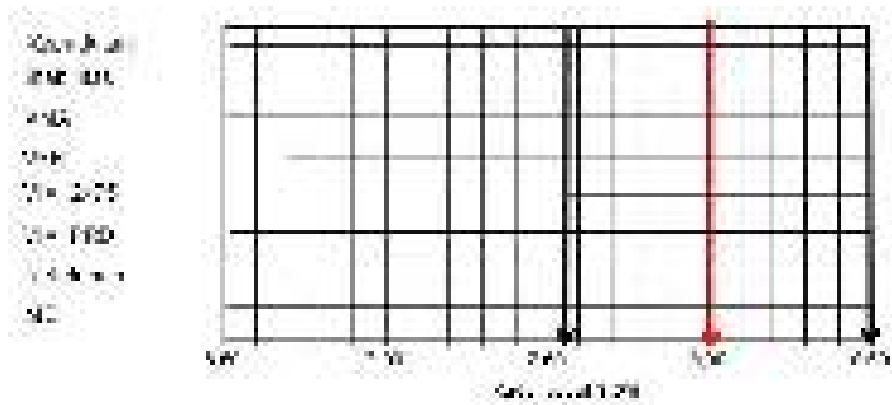
# LAMPIRAN

## Lampiran-1 Lapis Tipis Beton Aspal, di atas kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm

Lampiran 1-1. Grafik data marshall untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi diatas kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm

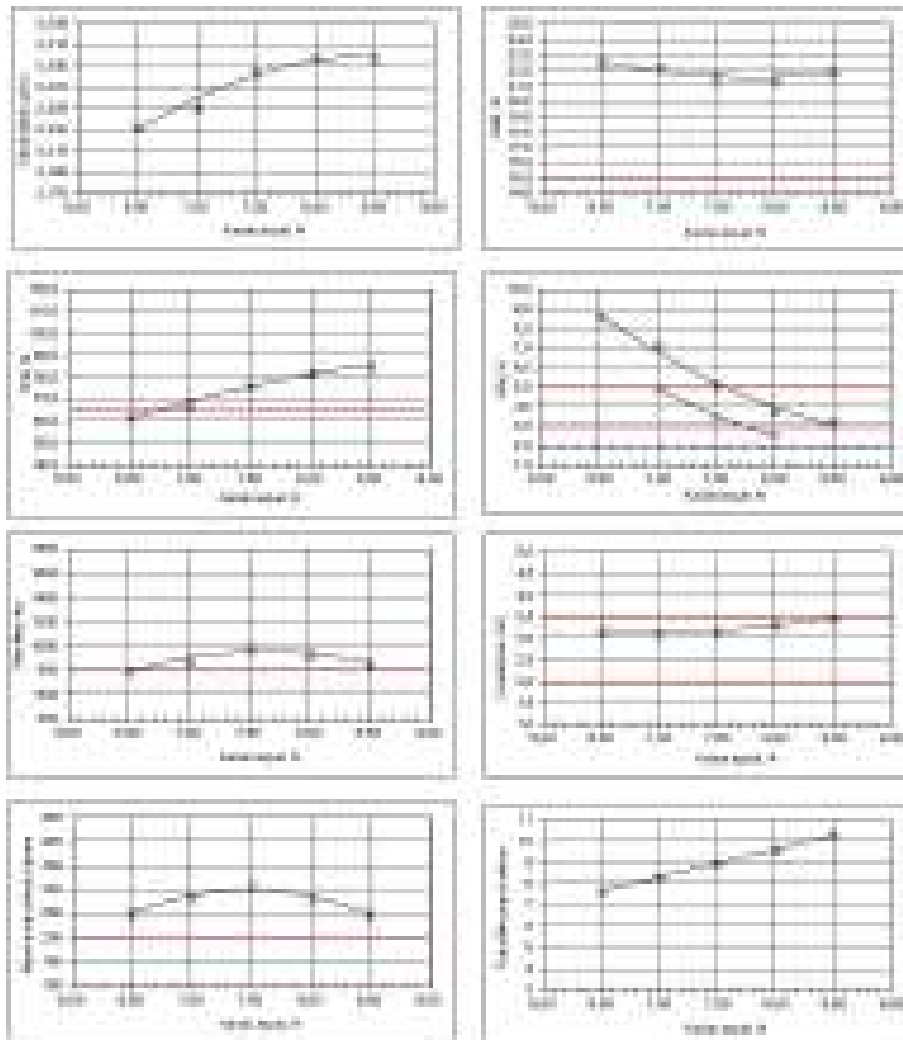


Lampiran 1-2. Grafik (*bar chart*) untuk menunjukkan data rancangan campuran dan pemilihan kadar aspal rancangan untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi diatas kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm

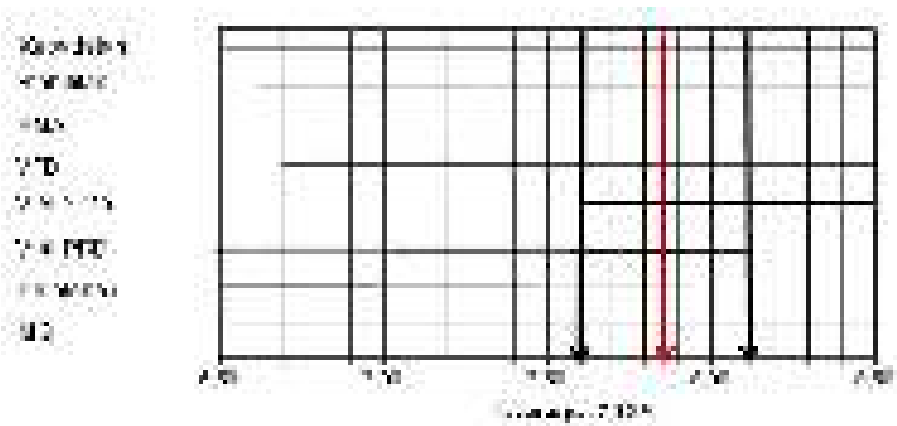


## Lampiran-2 Lapis Tipis Beton Aspal, memotong kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm

Lampiran 2-1. Grafik data marshall untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi memotong kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm

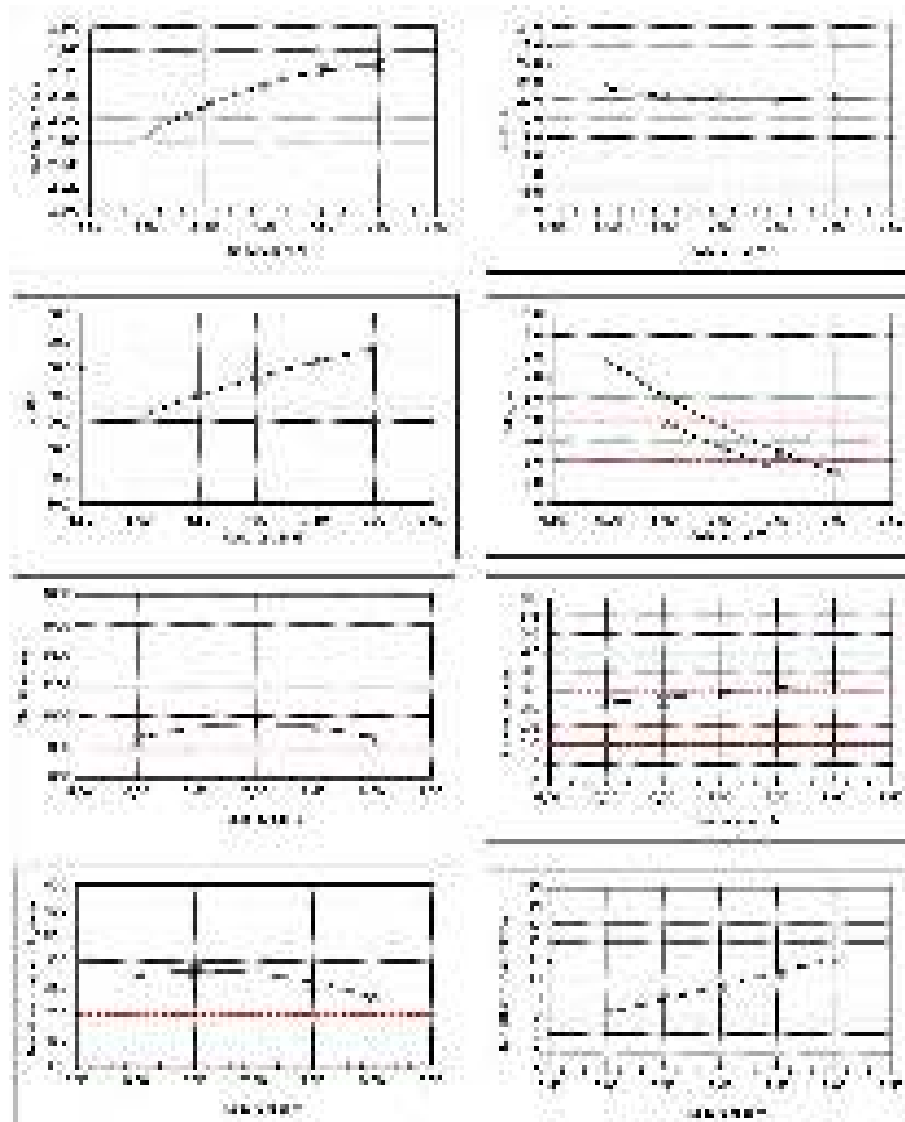


Lampiran 2-2. Grafik (*bar chart*) untuk menunjukkan data rancangan campuran dan pemilihan kadar aspal rancangan untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi memotong kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 4,75 mm

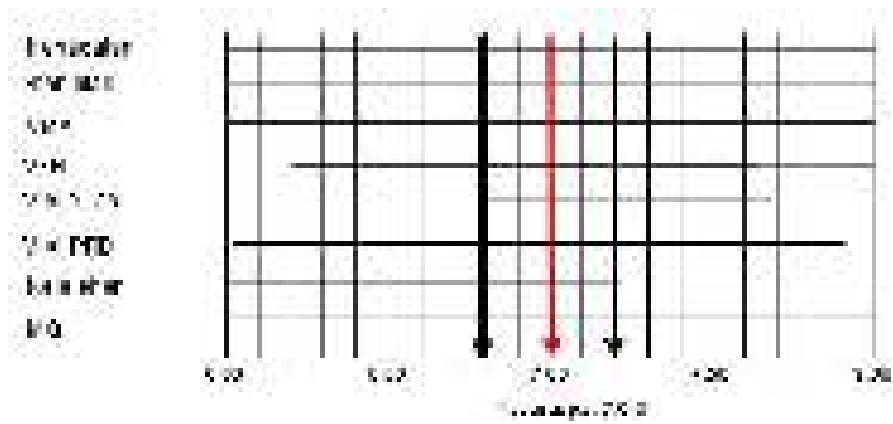


**Lampiran-3 Lapis Tipis Beton Aspal, di atas kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm**

Lampiran 3-1. Grafik data marshall untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi diatas kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm

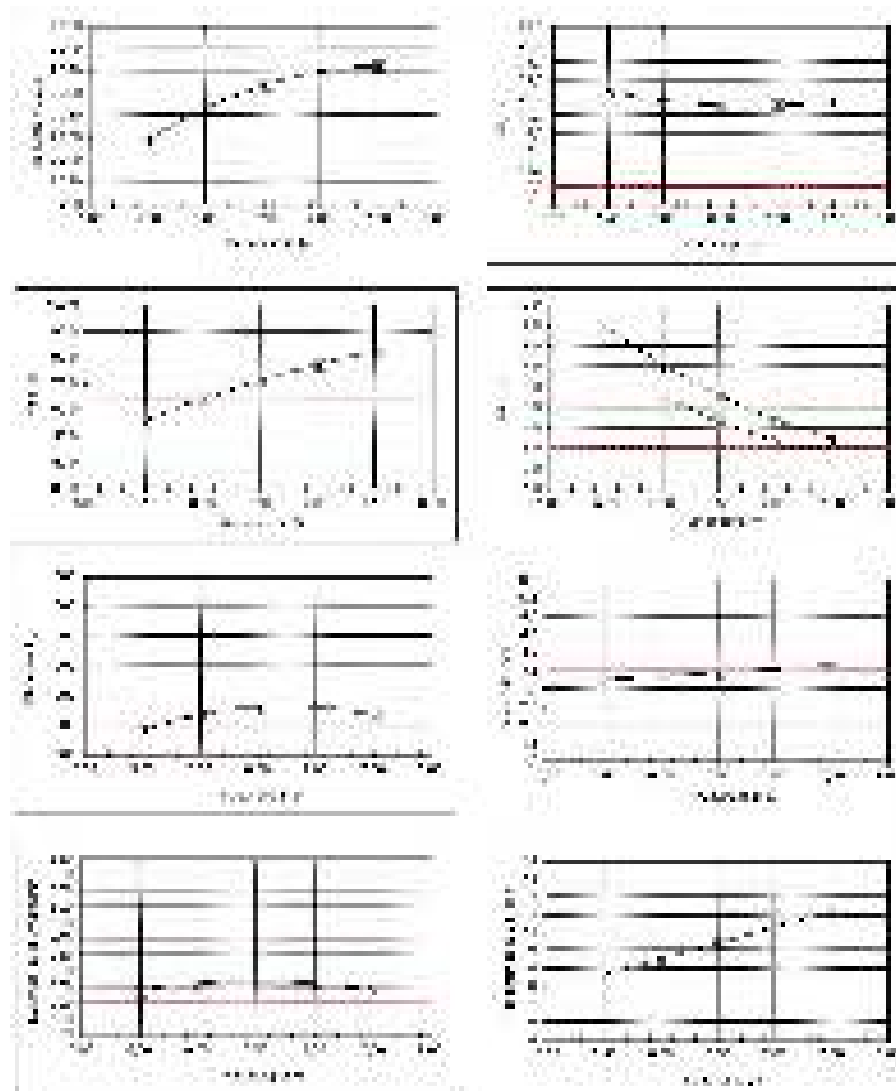


Lampiran 3-2. Grafik (*bar chart*) untuk menunjukkan data rancangan campuran dan pemilihan kadar aspal rancangan untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi diatas kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm



**Lampiran-4 Lapis Tipis Beton Aspal, memotong kurva Fuller, ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm**

Lampiran 4-1. Grafik data marshall untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi memotong kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm





Lampiran 4-2. Grafik (*bar chart*) untuk menunjukkan data rancangan campuran dan pemilihan kadar aspal rancangan untuk campuran lapis tipis beton aspal (*Thin Hot Mix Asphalt/HMA*) gradasi memotong kurva Fuller dengan ukuran agregat nominal maksimum 9,50 mm

