

**Ir. GatotRusbintardjo, M.R.Eng.Sc., Ph.D.**

**BUKUREFERENSI**  
**PEMANFAATAN**  
**DAURULANGASPALBETON**  
sebagai  
**SUBLAPISPERMUKAAN**  
**PERKERASANJALANLENTUR**



**Kata Pengantaroleh:**

**Prof. Ir. I NyomanAryaThanaya, ME., Ph.D.**

**ISBN: 978-602-1145-05-0**

Daur ulang atau penggunaan kembali material bangunan lama dalam rehabilitasi perkerasan jalan adalah hal yang perlu dilakukan pada saat ini, karena adanya isu tentang “green technology”, “green construction” atau pembangunan yang ramah lingkungan yang akhir-akhir ini sangat sering dikemukakan dan digalakkan. Menjawab isu tersebut, maka dalam buku ini ditulis tentang bagaimana memanfaatkan daur ulang bahan lapis aspal beton atau bahan lapis permukaan perkerasan jalan lama untuk dipergunakan kembali pada perkerasan jalan baru. Umumnya daur ulang bahan lapis permukaan aspal beton dipergunakan kembali sebagai bahan lapis permukaan perkerasan jalan yang baru. Namun karena masalah-masalah seperti penambahan aspal dan agregat, peremajaan aspal lama, pemanasan yang juga mempunyai masalah dan pengaruh pada lingkungan, maka di dalam buku ini bahan daur ulang aspal beton dipergunakan sebagai bahan sublapis permukaan perkerasan jalan lentur baru. Hal ini adalah merupakan hal yang baru di dalam konstruksi perkerasan jalan lentur. Dengan digunakan sebagai bahan sublapis permukaan, maka tidak ada masalah penambahan aspal dan agregat, dan yang penting juga tidak ada pemanasan di dalam pengolahan bahan daur ulang.



**Ir. Gatot Rusbintardjo, M.R.Eng.Sc., Ph.D.**

Doctor of Philosophy dalam Ilmu Teknik Sipil khususnya Ilmu Material Perkerasan Jalan, lahir di Semarang pada tanggal 9 Pebruari 1951. Mendapatkan gelar Master of Road Engineering dari Delft University of Technology, the Netherlands, dan Ph.D. dari Universiti Teknologi Malaysia. Sebagai pengajar (dosen) di Jurusan Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Ir. Gatot Rusbintardjo, M.R.Eng.Sc., Ph.D. telah menulis beberapa buku referensi, buku ajar, proceeding, dan jurnal yang diterbitkan baik di luar negeri maupun di dalam negeri. Ir. Gatot Rusbintardjo juga menjadi anggota dari beberapa organisasi profesi di tingkat nasional maupun di luar negeri. Di dalam negeri adalah anggota Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia (HPJI), Masyarakat Transportasi Indonesia (MTI). Di luar negeri, Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS) dan World Conference on Transportation Research. (WCTR).

**ISBN: 978-602-1145-05-0**

## KATA PENGANTAR

Salam sejahtera.

Para pembaca yang budiman, saya merasa senang dan mensyukuri dengan telah diterbitkannya Buku Referensi, dengan judul “PEMANFAATAN DAUR ULANG ASPAL BETON SEBAGAI BAHAN SUBLAPIS PERMUKAAN PERKERASAN JALAN LENTUR”, yang ditulis oleh Ir. Gatot Rusbintardjo, M.R.Eng.Sc., Ph.D.

Buku ini memberikan tambahan wawasan perihal pemakaian bahan daur ulang dari bahan perkerasan aspal lama. Bahan ini dapat disebut sebagai *crushed asphalt* atau *reclaimed asphalt pavement (RAP)*. Penggunaan *crushed asphalt* atau *RAP* untuk konstruksi perkerasan lentur jalan merupakan upaya global untuk mengurangi pemakaian agregat alam. Kerusakan lingkungan akibat penambangan agregat alam dapat terjadi apabila dilaksanakan secara tidak terkontrol dan dalam waktu yang lama. Kebutuhan terhadap material alternatif untuk bahan perkerasan jalan perlu terus digalakkan.

Sejauh ini sebagian perencanaan perkerasan jalan mempergunakan kombinasi teori dan pengalaman lapangan yang sudah diyakini (empiris). Buku ini memberikan pengayaan pengetahuan terkait dengan parameter-parameter dan istilah untuk perencanaan tebal perkerasan secara analitis. Selain itu buku ini akan dapat menjadi bahan perbandingan terhadap hasil-hasil penelitian terkait dengan beberapa karakteristik bahan dan perkerasan yaitu kekakuan (*stiffness*), deformasi/rangak (*creep*), dan kelelahan (*fatigue*).

Saya ucapkan selamat kepada penulis yang telah dapat menerbitkan buku ini, yang akan memberi manfaat bagi praktisi dan akademisi di bidang material perkerasan jalan. Selamat berkarya.

Denpasar – Bali, Mei 2014

Prof. Ir. I Nyoman Arya Thanaya, ME., Ph.D.  
Fakultas Teknik Universitas Udayana.

# DAFTAR ISI

<b>BAB</b>	<b>URAIAN ISI BUKU</b>	<b>HAL.</b>
	<b>PRAKATA PENULIS</b> .....	i
	<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
	<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
	<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
	<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>1</b>	<b>Pendahuluan</b> .....	1
1.1	Latar Belakang .....	1
1.2	Penggunaan bahan daur ulang .....	2
<b>2</b>	<b>Model Perkerasan dan Kriteria Perancangan</b> .....	5
2.1	Perhitungan berdasar kriteria regangan pada lapisan aspal .....	8
2.2	Kriteria regangan tanah dasar .....	10
2.3	Kriteria yang lain .....	12
2.3.1	Tegangan yang menentukan .....	12
2.3.2	Penurunan permanen (Deformasi permanen) .....	15
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Laboratorium</b> .....	18
3.1	Material .....	18
3.2	Pengujian, komposisi campuran dan persiapan pembuatan benda uji .....	19
3.3	Hasil-hasil pengujian .....	20
3.3.1	Pembahasan hasil uji indirect tensile .....	22
3.3.2	Penjelasan hasil-hasil kuat tarik dan modulus elastisitas E .....	28
3.3.3	Pembahasan atas hasil-hasil uji static creep .....	29
3.3.4	Uji pemadatan dan kepadatan .....	30

3.4	Kesimpulan dari pekerjaan laboratorium .....	32
<b>4</b>	<b>Input untuk Perancangan .....</b>	<b>34</b>
4.1	Umum .....	34
4.2	Lalu lintas .....	34
4.3	Suhu .....	36
4.4	Tanah dasar .....	36
4.5	Lapis Pondasi Atas dan Lapis Pondasi Bawah .....	40
<b>5</b>	<b>Perancangan Perkerasan Jalan .....</b>	<b>44</b>
5.1	Penjelasan umum .....	44
5.2	Geometri perkerasan .....	45
5.3	Kondisi pembebanan .....	46
5.4	Penentuan modulus kekakuan lapis pondasi atas dan bawah .....	47
5.5	Hasil perhitungan dengan menggunakan beban sumbu 80 kN .....	50
5.5.1	Retak pada lapisan aspal beton (lapis permukaan) .....	50
5.5.2	Penurunan tanah dasar .....	52
5.5.3	Retak pada lapis stabilisasi semen-crushed asphalt .....	54
5.5.4	Umur perkerasan .....	58
5.5.5	Keruntuhan geser pada lapis pondasi atas dan bawah .....	62
5.6	Perhitungan umur perkerasan berdasar pada ‘rut-depth’ .....	63
5.7	Hasil perhitungan umur perkerasan berdasar pada beban sumbu 80 kN .....	69
5.8	Perhitungan untuk beban sumbu 120 kN .....	72
5.8.1	Retak pada lapisan aspal beton .....	72
5.8.2	Deformasi tanah dasar .....	73
5.8.3	Retak pada lapisan crushed asphalt .....	75
5.8.4	Kegagalan geser (shear failure) pada lapisan pondasi atas dan bawah .....	77
5.8.5	Perhitungan umur perkerasan berdasar pada rut-depth .....	78
5.8.6	Hasil akhir umur perkerasan yang dihitung berdasar pada beban sumbu 120 kN .....	83

5.9	Kesimpulan untuk semua perhoitungan .....	85
<b>6</b>	<b>Perkiraan kinerja perkerasan di masa yang akan datang dengan menggunakan prosedur defleksi dari TRRL .....</b>	<b>88</b>
6.1	Penjelasan umum .....	88
6.2	Simulasi pengukuran defleksi Benkelmen Beam .....	89
6.2.1	Perhitungan modulus kekakuan ( $S^{mix}$ ) untuk Benkelmen beam ....	89
6.3	Pengukuran defleksi .....	93
6.4	Penentuan umur perkerasan .....	97
6.5	Pembahasan .....	97
<b>7</b>	<b>Kesimpulan dan Rekomendasi .....</b>	<b>98</b>
7.1	Kesimpulan .....	98
7.2	Rekomendasi .....	99
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>100</b>
	<b>APPENDIK .....</b>	<b>103</b>
	<b>GLOSARIUM .....</b>	<b>142</b>

# DAFTAR GAMBAR

<b>No. Gambar</b>	<b>JUDUL GAMBAR</b>	<b>HAL.</b>
1.1	Struktur lapisan perkerasan jalan lentur yang akan dirancang ...	3
2.1	Gambaran umum sistim struktur perkerasan multi lapis .....	6
2.2	Karakteristik leleh dari aspal beton .....	9
2.3	Grafik RS menunjukkan hubungan antara regangan pada tanah dasar yang diijinkan dengan jumlah beban berulang .....	11
2.4	Retak leleh pada lapisan permukaan .....	13
2.5	Penurunan permanen pada lapis permukaan .....	13
3.1	Prinsip dari pengujian indirect tensile .....	21
3.2	Prinsip pengujian creep .....	21
3.3	Hubungan antara kuat tarik dengan suhu .....	24
3.4	Hubungan antara modulus elastisitas dan suhu untuk beban P ...	25
3.5	Hubungan antara modulus elastisitas dan suhu untuk beban $\frac{1}{2}$ P	27
3.6	Hubungan antara suhu dengan regangan tarik .....	28
3.7	Hubungan antara kekuatan dengan ratio air-semen .....	29
3.8	Diagram kualitatif dari stress dan deformasi total selama uji creep .....	30
4.1	Prosedur dasar perancangan perkerasan jalan .....	35
4.2	Konfigurasi beban sumbu standar .....	35
4.3	Kurva suhu .....	37
4.4	Suhu efektif aspal sebagai fubgsi dari w-MAAT dan ketebalan lapisan aspal .....	38
4.5	Chart untuk memperkirakan modulus elastis material tanah dasar atau material lepas lapis pondasi atas maupun bawah .....	41

5.1	Geometri struktur perkerasan jalan lentur yang dipaka .....	45
5.2	Hubungan antara modulus resilient dengan jumlah principal stress .....	49
5.3	Hubungan antara ketebalan lapisan aspal beton dengan regangan tarik untuk beban sumbu 80 kN .....	52
5.4	Hubungan antara ketebalan lapisan aspal beton dengan regangan pada tanah dasar untuk beban sumbu 80 kN .....	53
5.5	Hubungan linier antara tebal lapisan permukaan dan tegangan prinsip maks. dari lapisan stabilisasi semen-cruahed asphalt untuk beban sumbu 80 kN .....	55
5.6	Hubungan fatigue untuk stabilisasi semen-crushed asphalt .....	57
5.7	Chart untuk menentukan fatigue dari material yang ditreated dengan semen .....	58
5.8	Hubungan linier antara umur perkerasan dan tebal lapisan aspal untuk perkerasan tipe A untuk beban sumbu 80 kN .....	60
5.9	Hubungan linier antara umur perkerasan dan tebal lapisan aspal untuk perkerasan tipe B untuk beban sumbu 80 kN .....	60
5.10	Hubungan linier antara umur perkerasan dan tebal lapisan aspal untuk perkerasan tipe C untuk beban sumbu 80 kN .....	61
5.11	Hubungan linier antara umur perkerasan dan tebal lapisan aspal untuk perkerasan tipe D untuk beban sumbu 80 kN .....	61
5.12	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe A untuk beban sumbu 80 kN .....	67
5.13	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe B untuk beban sumbu 80 kN .....	67
5.14	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe C untuk beban sumbu 80 kN .....	68
5.15	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe D untuk beban sumbu 80 kN .....	68
5.16	Hubungan linier antara umur perkerasan dengan ketebalan lapisan aspal dengan 18 mm rutting yang diijinkan untuk beban sumbu 80 kN .....	71
5.17	Hubungan linier antara umur perkerasan dengan ketebalan	71



	lapisan aspal dengan 35 mm rutting yang diijinkan untuk beban sumbu 80 kN .....	
5.18	Hubungan linier antara ketebalan aspal dan regangan tekan horizontal untuk beban sumbu 80 kN .....	73
5.19	Hubungan linier antara ketebalan aspal dan regangan pada tanah dasar untuk beban sumbu 80 kN .....	74
5.20	Hubungan linier antara ketebalan aspal dan maksimum tegangan utama untuk beban sumbu 80 kN .....	75
5.21	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe A untuk beban sumbu 120 kN .....	80
5.22	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe B untuk beban sumbu 120 kN .....	80
5.23	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe C untuk beban sumbu 120 kN .....	81
5.24	Hubungan antara rut-depth – fatigue perkerasan tipe D untuk beban sumbu 120 kN .....	81
5.25	Hubungan linier antara umur perkerasan dan ketebalan lapisan aspal untuk beban sumbu 120 kN dan untuk 18 mm rut-depth yang diijinkan .....	83
5.26	Hubungan linier antara umur perkerasan dan ketebalan lapisan aspal untuk beban sumbu 120 kN dan untuk 35 mm rut-depth yang diijinkan .....	84
6.1	Konfigurasi beban roda pada Benkelmen beam .....	90
6.2	Nomogram untuk menentukan stiffness modulus aspal .....	91
6.3	Nomogram untuk memprediksi stiffness modulus campuran aspal .....	92
6.4	Cekungan defleksi dan sistim pendukung pada deflektometer Benkelmen beam .....	94
6.5	Hubungan antara defleksi standar dengan umur perkerasan untuk perkerasan dengan permukaan beraspal .....	96

# DAFTAR TABEL

<b>No. Tabel</b>	<b>JUDUL TABEL</b>	<b>HAL.</b>
3.1	Properti crushed asphalt .....	19
3.2	Komposisi kimia Portland cement klas A .....	19
3.3	Nilai Poission's ratio dihitung dari uji indirect tensile .....	23
3.4	Hasil uji indirect tensile .....	28
3.5	Hasil uji static creep .....	31
3.6	Kepadatan benda uji pada suhu yang berbeda .....	32
4.1	Data suhu untuk beberapa lokasi yang berbeda di dunia .....	38
5.1	Nilai modulus kekakuan untuk lapis pondasi atas dan bawah .....	47
5.2	Modulus resilient untuk lapis pondasi atas dan bawah .....	48
5.3	Hasil perhitungan jumlah (N) fatigue berdasar kriteria lapisan aspal untuk beban sumbu 80 kN .....	51
5.4	Hasil perhitungan jumlah (N) fatigue berdasar kriteria tanah dasar untuk beban sumbu 80 kN .....	53
5.5	Perhitungan tegangan pada lapisan crushed asphalt untuk beban sumbu 80 kN .....	56
5.6	Hasil perhitungan N fatigue pada kriteria crushed asphalt untuk beban sumbu 80 kN .....	59
5.7	Hasil perhitungan rutting untuk beban sumbu 80 kN berdasar pada koefisien $a_m$ dan $b_m$ .....	65
5.8	Hasil perhitungan konstanta $a_c$ dan $b_c$ untuk beban sumbu 80 kN .	66
5.9	Hasil perhitungan rutting untuk beban sumbu 80 kN berdasar pada koefisien $a_c$ dan $b_c$ .....	66
5.10	Perhitungan perkerasan berdasar pada kriteria rutting untuk 18, 25, dan 35 mm deformasi permanen yang diijinkan untuk beban	69

	sumbu 80 kN .....	
5.11	Ringkasan hasil perhitungan umur perkerasan berdasar pada beban sumbu 80 kN .....	70
5.12	Hasil perhitungan N fatigue berdasar kriteria aspal untuk beban sumbu 120 kN .....	72
5.13	Hasil perhitungan N fatigue berdasar kriteria tamah dasar untuk beban sumbu 120 kN .....	74
5.14	Perhitungan tegangan pada lapisan crushed asphalt untuk beban sumbu 120 kN .....	76
5.15	Hasil perhitungan N fatigue berdasar pada kriteria crushed asphalt untuk beban sumbu 120 kN .....	77
5.16	Hasil perhitungan konstanta $a_c$ dan $b_c$ untuk beban sumbu 120 kN	78
5.17	Hasil perhitungan rut-depth untuk beban sumbu 120 kN .....	79
5.18	Perhitungan perkerasan berdasar pada kriteria rutting untuk 18, 25, dan 35 mm deformasi permanen yang diijinkan untuk beban sumbu 120 kN .....	82
5.19	Ringkasan hasil perhitungan umur perkerasan berdasar pada beban sumbu 120 kN .....	85
5.20	Perbandingan antara umur perkerasan untuk beban sumbu 80 kN dan 120 kN .....	86

# Bab 1

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Perbaikan lapis permukaan perkerasan jalan lentur yang lama yang telah rusak akhir-akhir ini lebih banyak dilakukan dengan cara mendaur ulang daripada langsung mengganti atau melakukan pelapisan ulang dengan campuran yang baru dengan alasan-alasan atau keuntungan-keuntungan sebagai berikut: mengurangi

- biaya konstruksi,
- konserfasi bahan agregat,
- menjaga geometri jalan yang ada,
- menjaga lingkungan, dan

Selain keempat hal tersebut di atas, daur ulang lapis permukaan perkerasan jalan dari segi lingkungan juga menguntungkan yaitu mengurangi penggunaan bahan bakar minyak, mengurangi bahan-bahan perkerasan seperti aspal dan agregat (batu) sehingga sumber-sumber alam tidak terus menerus dieksplorasi, yang dapat menyebabkan rusaknya lingkungan. Lingkungan juga dapat terpelihara dengan tidak membuang material lapis perkerasan yang lama yang masih dapat dipergunakan.

Namun demikian dalam menggunakan material daur ulang dijumpai permasalahan yaitu dalam memproses material campuran aspal perkerasan lama yang akan dipergunakan kembali atau yang akan didaur ulang. Masalah yang timbul adalah pemanasan pada saat mencampur campuran aspal yang lama dengan material baru. Bagaimana melakukan pencampuran campuran aspal beton lama dengan campuran aspal beton baru tanpa menyebabkan aspal yang lama teroksidasi.

Masalah yang kedua adalah peremajaan atau pengaktifan aspal lama yang umumnya menggunakan bahan pelarut. Selama dicampur, kekentalan aspal cenderung berkurang demikian juga titik lembeknya. Hal tersebut bersamaan dengan bertambahnya kekerasan (penetrasi) dari aspal diperlukan untuk memenuhi spesifikasi campuran aspal beton yang baru. Satu pertanyaan yang perlu dijawab adalah penggunaan bahan peremaja, apakah titik lembeknya tidak berubah untuk dapat dipakai sebagai lapis permukaan yang umur pelayanannya sama dengan aspal yang masih asli, atau pengaruhnya akan memperpendek umur pelayanannya karena banyak komponen yang mudah menguap di dalam additive hilang dari perkerasan.

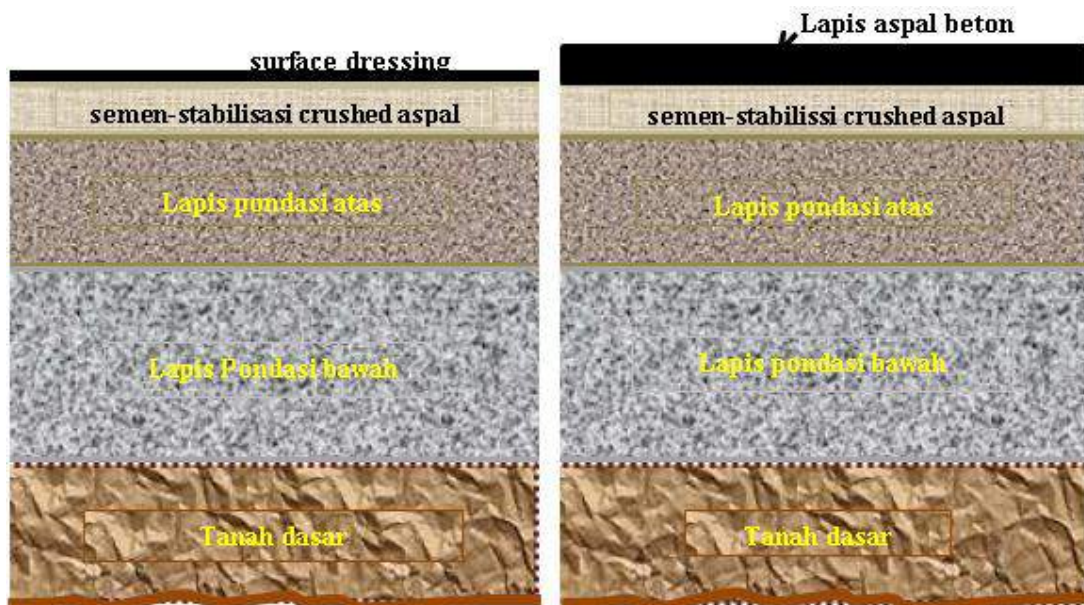
## **1.2 Penggunaan bahan daur ulang**

Untuk menghindari masalah tersebut di atas, bahan daur ulang aspal beton lapis permukaan dalam kajian di buku referensi ini akan dipergunakan dalam keadaan dingin. Dalam buku referensi ini bahan daur ulang aspal beton, selanjutnya disebut dengan "*crushed asphalt*", akan dicampur dengan semen dan dianalisa serta dipergunakan sebagai bahan lapis pondasi atas atau lapisan yang langsung berada di baah lapis permukaan jalan.

Struktur perkerasan jalan di mana ketebalan lapisannya akan direncanakan dan dibahas dalam buku referensi ini terdiri dari lapisan "*surface dressing*" dan aspal beton yang menutup lapisan yang terdiri dari "*crushed asphalt*" dan semen, yang selanjutnya dinamakan dengan stabilisasi semen-*crushed asphalt*, yang merupakan lapis pendukung lapis permukaan atau sub lapis sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Fingsi dari "*surface dressing*" adalah untuk melindungi lapisan stabilisasi semen-*crushed asphalt* dari erosi atau disintegrasi oleh lalu lintas, untuk mencegah meresapnya air kedalam lapis stabilisasi semen-*crushed asphalt*, dan untuk meningkatkan "*skid resistance*" (tahanan gesek antara roda dan permukaan perkerasan) dari lapis permukaan. Sedangkan tujuan dari lapis aspal beton adalah

sebagai lapis aus untuk mengurangi tegangan dan regangan pada lapis stabilisasi semen-crushed asphalt apabila jumlah beban berulang yang ada relatif tinggi.



Gambar 1.1 Struktur lapisan perkerasan jalan lentur yang akan dirancang

Penggunaan bahan stabilisasi semen-crushed asphalt sebagai sub-lapis permukaan mempunyai keuntungan lain dari bahan daur ulang lapis permukaan perkerasan jalan. Sebagaimana telah banyak diketahui, daur ulang aspal beton lapis permukaan perkerasan jalan telah mendapatkan perhatian sebab meningkatkan konservasi energy dan suplai bahan mineral. Setiap ton material lapisan beraspal terdiri dari kurang lebih 50 kg aspal dan 950 kg agregat (batu pecah).

Di dalam buku referensi ini kemungkinan stabilisasi semen dengan crushed asphalt dipakai sebagai sub lapis permukaan pada struktur perkerasan akan dipelajari. Layak atau tidaknya stabilisasi semen dengan crushed asphalt dipakai sebagai sub lapis akan dibuktikan melalui perancangan (*design*) struktur perkerasan. Bahan hasil daur ulang aspal beton akan digunakan dengan proses dingin. Dalam proses dingin semen dipakai sebagai bahan pengikat crushed asphalt. Karena aspal dari hasil daur ulang akan diproses dalam keadaan dingin dan semen akan dipakai

sebagai bahan pengikat, maka masalah pemanasan kembali pada crushed asphalt dan permajaan aspal tidak akan dijumpai

Beberapa parameter yang biasanya dipergunakan dalam menganalisa perkerasan juga akan dipakai. Parameter-parameter tersebut dibagi dalam dua kategori:

- a. Dihitung secara teoritis atau berdasarkan pengalaman, dan diperoleh tegangan, regangan, atau penurunan (defleksi), dan
- b. Parameter kerusakan perkerasan seperti retak pada permukaan, keruntuhan geser (shear failure) pada material yang tidak terikat atau material lepas (unbound) dan penurunan atau deformasi permanen.

Dengan mempertimbangkan analisa pada parameter-parameter tersebut di atas, prosedur perancangan secara mekanistik yang menggunakan tegangan-regangan dan parameter penurunan (defleksi) serta prosedur perancangan berdasar pada analisa keruntuhan (fatigue), akan dipergunakan dalam perancangan perkerasan jalan lentur dengan stabilisasi semen-crushed asphalt sebagai sub-lapis permukaan.

Agar hasil perancangan dapat dipergunakan di daerah tropis seperti Indonesia, beberapa input perancangan seperti suhu udara atau suhu permukaan perkerasan jalan dan kondisi tanah dasar diambil sesuai dengan kondisi tropis. Penjelasan selengkapnya tentang input perancangan akan diberikan pada bab 4, namun sebelumnya model perkerasan dan kriteria perancangan akan dibahas terlebih dahulu, dan sesudahnya pekerjaan laboratorium dan hasil-hasilnya akan didiskripsikan dan dibahas.

Selanjutnya, perancangan perkerasan berdasar pada analisa keruntuhan (fatigue) dan berdasar pengukuran penurunan (defleksi) akan didiskripsikan pada bab 5 dan bab 6. Akhirnya kesimpulan dan rekomendasi akan diberikan pada bab 7.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Gatot Rusbintardjo (2014) Asphalt Surface Pavement Recycled – Take advantage of old surface pavement recycled material for base later in new pavement. Reference Book, LAP Lambert Academic Publishing – Germany, OmniScriptum Gmbh & Co. KG Germany 2014. ISBN: 978-3-8484-8299-3
2. Classen, A.I.M., Edwards, J.M., Sommer, P., and Uge, P. (1977) “Asphalt Pavement Design – The Shell Method”. The University of Michigan – 4<sup>th</sup> International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements – August 1977. Proceedings vol. 2 page 39.
3. Asgari, M. (1992) “Comparison of Mechanistic and Empirical Methods to predict the deterioration of Asphalt Pavements”. M.Sc. Thesis of TREND Course IHE – Delft University of Technology,
4. William D.O. Paterson. (1987) “Road Deterioration and Maintenance Effects” – Models for Planning and Management. The Highway Design and maintenance Standards Series – A World bank Publication. Published for the World Bank by the Johns Hopkins University Press.
5. SHELL PAVEMENT DESIGN MANUAL. (1978) Asphalt Pavements and Overlay for Road Traffic. Shell Petroleum Company Limited – London.
6. Drakos, C. (2009). *Flexible Pavement Distress*. University of Florida. [www.pdf-finder.com/Dr.-Christos-Drako](http://www.pdf-finder.com/Dr.-Christos-Drako).
7. ASTM D 1856 – 95a (2003) “Standard Test Method for Recovery of Asphalt From Solution by Absorption Method



8. Yoder, E.J., and Witczak, M.W. (1975) "Principle of Pavement Design" A Wiley – Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc. Second Edition. New York – London – Sydney – Toronto.
9. Molenaar, A.A.A. (1990). Deflection Measurements on Project Level and Overlay Design Calculations: - Lecture Note, Delft University of Technology.
10. Molenaar, A.A.A (1990) "Structural Pavement Design – Stress and Strain in Flexible Pavements" – Lecture Note – Delft University of Technology.
11. Watson, J.P., B.Sc., MICE. "Highway Construction and Maintenance".
12. Majidzadeh, K. (Ohio State University), and Ramsamooj, D.V. (California State University). "Mechanistic Approach to the Solution of Cracking in Pavements". Special Report No. 140, Structural Design of Asphalt Concrete Pavements to Prevent Fatigue Cracking.
13. Kennedy, T.W. and Perez, I. "Preliminary Mixture Design Procedure for Recycled Asphalt Materials" ASTM-STP 662, Recycling of Bituminous Pavements. Wood, L.E. – Editor
14. Sweere, G.T.H. (1990), "Unbound Granular Bases for Roads" Ph.D. Thesis, Delft University of Technology
15. General Specification of Java Road Improvement Project – February 1990.
16. Croney, D. (1977) "The Design and Performance of Road Pavements" Transport and Road Research Laboratory (TRRL). Her Majesty's Stationary Office (HMSO) – London. First Published.
17. Handeling Wegenbouw-Outwerp Verhardingen – Rijkswaterstaat – Dienst Weg en Waterbouwkunde – June 1991.

18. Walker, R.N., Peterson, W.D.O., Freeme, C.R., and Marais, C.P.(1977) “The South African Mechanistic Pavement Design Procedure” The University of Michigan – 4<sup>th</sup> International Conference on Structural Design of Asphalt Pavement. August 1977. Proceedings vol. 2 page 363.
19. Galjaard, P.. Road and Railroad Research Laboratory of Faculty of Civil Engineering of the Delft University of Technology).
20. Norman, P.J., Snowdon, R.A., and Jacobs, J.C. “Pavement Deflection Measurements and Their Application to Structural Maintenance and Overlay Design” TRRL, Laboratory Report – L.R.571
21. Peatie, K.R. “Stress and strain factors for three-layer elastic systems”
22. John Read and David Whiteoak (2003) The SHELL BITUMEN HANDBOOK. Thomas Telford Publishin, Fifth Edition 2003.

## Glosarium

### A

**AASHTO** American Association of State Highway Official. Standar atau acuan untuk pengujian dan spesifikasi bahan-bahan bangunan khususnya bahan perkerasan jalan.

**Agregat** Bahasa Inggris: Aggregate. Adalah batu pecah atau kerikil dengan berbagai ukuran sebagai bahan beton dan bahan lapis pondasi jalan.

**Aspal** Bahasa Inggris: Asphalt, adalah bahan lapis permukaan perkerasan jalan yang berfungsi untuk mengikat agregat sehingga menjadi satu dan keras menjadi beton dan disebut dengan aspal beton. Aspal merupakan residu dari penyulingan minyak mentah, bersifat visco-elastik

**ASTM** American Society for Testing and Materials. Merupakan standar atau acuan untuk pengujian bahan-bahan bangunan.

**Axle load** Beban sumbu, yaitu beban pada sumbu roda belakang truck.

### B

**Benkelmen beam** Alat untuk mengukur penurunan perkerasan jalan

**Bound** Material yang terdiri dari butiran-butiran di mana satu butiran dengan butiran yang lain terikat satu dengan lainnya.

## C

**CBR** California Bearing Ratio. Satuan untuk mengukur kekuatan bahan perkerasan jalan. Merupakan perbandingan antara kepadatan di lapangan dengan kepadatan di laboratorium

**Compressive strength.** Kuat tekan. Ukuran kekuatan bahan dalam menahan beban berupa tekanan

**Creep** Bahasa Indonesia: Rangkak. Adalah jenis pengujian untuk menguji kekuatan campuran aspal (aspal beton) Benda uji yang berupa silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 6.5 cm diberi tekanan pada suhu tertentu. Diukur penurunannya kearah vertikal.

**Crushed asphalt** Adalah bahan daur ulang campuran aspal perkerasan jalan lama yang dipecah. Dalam buku ini diistilahkan dengan crushed asphalt. Ada pula yang menyebut dengan Reclaimed Asphalt Pavement.(RAP)

## D

**Daur ulang.** Bahasa Inggris: Recycle, Recycling. Adalah suatu bahan konstruksi bangunan lama yang dibongkar dan dipakai kembali. Contohnya campuran aspal perkerasan jalan lama yang dibongkar kemudian dipakai kembali sebagai bahan perkerasan jalan baru.

**Defleksi** Deflection atau penurunan yang terjadi pada suatu benda uji yang diberi beban

## E

**ESAL** Equivalent Single Axle Load. Ekuivalensi atau penyamaan beban kendaraan pada perancangan struktur perkerasan jalan. Standar beban adalah 8.16 ton. Semua beban kendaraan disamakan dengan beban 8.16 ton.

## **F**

**Fatigue** Bahasa Indonesia; Lelah atau kelelahan. Yaitu keadaan bahan yang mengalami kelelahan akibat mendapatkan beban yang terus menerus. Pada lapis permukaan perkerasan jalan, fatigue dapat menyebabkan terjadinya retak.

**Fatigue cracking** Retak yang terjadi pada lapis permukaan perkerasan jalan akibat bahan lapis permukaan tidak kuat menahan suhu yang tinggi dan menjadi lelah (fatigue).

## **H**

**Heave** Jenis kerusakan perkerasan jalan, di mana permukaan jalan bergelombang

## **I**

**Indirect Tensile** Jenis pengujian untuk kekuatan bahan

## **L**

**Lapis Pondasi** Lapisan dari struktur perkerasan jalan yang terletak di bawah lapis permukaan dan di atas lapis tanah dasar. Umumnya dibagi menjadi dua yaitu Lapis Pondasi Atas (LPA) yang langsung di bawah lapis permukaan, dan Lapis Pondasi Bawah (LPB) yang langsung di atas tanah dasar

## **M**

**Marshall** Metode perancangan dan pengujian campuran aspal. Dinamakan dari penemunya yaitu Bruce Marshall, seorang ahli dari Amerika Serikat

**Modulus elastisitas** Sebuah ukuran yang digunakan untuk mempresentasikan kekakuan suatu bahan

**MPA** Mega Pascal, satuan ukuran tekanan. 1 MPA = 1000 Pascal = 101.97 kg/m<sup>2</sup>.

## **P**

**Poisson** Poisson's ratio. Satuan untuk mengukur karakter bahan

**PSI** Singkatan dari Present Serviceability Index, yaitu indeks yang menyatakan kemampuan pelayanan perkerasan jalan sekarang (saat ini)

## **R**

**Regangan** Bahasa Inggris: Strain, yaitu suatu bahan yang tertarik kearah horizontal karena menerima beban dari arah vertikal.

**Rutting** Istilah lainnya adala Permanent Deformation, dalam bahasa Indonesianya Alur Roda. Yaitu kerusakan pada lapisan permukaan jalan berupa penurunan yang bersifat tetap biasanya terjadi pada lintasan kendaraan berat (truck). Gambar kerusakan jalan berupa rutting pada buku ini dapat dilihat pada halaman 13 (Gambar 2.4)

**Rut-depth** (lihat rutting) atau kedalaman rutting

## **S**

**Shear** Bahasa Indonesia: geseran. Yaitu geseran antar dua bahan. Geseran yang bterjadi dapat menyebabkan bahan menjadi pecah. Contoh geseran antara dua lapis perkerasan dapat menyebabkan lapisan mengalami pecah dan rusak.

**Shoving** Jembul, tipe kerusakan perkerasan jalan, yaitu permukaan jalan naik keatas.

**Stabilisasi** Bahasa Inggris: Stabilization. Adalah metode meningkatkan kekuatan tanah, atau memperbaiki sifat tanah dengan cara mencampur tanah dengan bahan lain yang mempunyai kekuatan yang lebih baik daripada tanah. Contoh bahan stabilisasi tanah adalah semen, kapur, pasir, aspal.

**Stiffness** Kekakuan suatu bahan. Ukuran suatu bahan yang dapat menahan perubahan bentuknya karena adanya gaya dari luar.

**Strain** Regangan

**Stress** Bahasa Indonesia, Tegangan. Suatu keadaan di mana bahan menjadi tertekan karena menerima tekanan atau beban. Tegangan atau stress dinyatakan dalam  $\text{kg/cm}^2$  atau psi (pound per square inch)

**Structural number** Jumlah beban lalu-lintas yang dapat ditahan oleh struktur perkerasan jalan

**Subgrade** Bahasa Indonesia Tanah Dasar, yaitu lapisan paling bawah dari struktur perkerasan jalan di mana lapisan struktur perkerasan jalan yang lain diletakkan.

## **T**

**Tensile** Tegangan tarik Kemampuan bahan untuk dapat ditarik atau menerima tarikan tanpa putus atau patah.

**Tensile strength** Kuat tarik, salah satu ukuran untuk mengukur kekuatan bahan

**Tensile strain**            Regnagn tarik, untuk mengukur kekuatan bahan terhadap beban yang beruoa tarikan

**TRRL**                    Transportation and Road Research Laboratory. Pusat penelitian dan laboratorium transportasi di Inggris United Kingdom

## **U**

**Unbound**                Bahasa Indonesia: Material lepas, yaitu material yang terdiri dari butiran-butiran dan masing butirannya tidak terikat satu dengan lainnya.

## **V**

**Visco-elastic**            Sifat dari aspal terhadap suhu. Pada suhu tinggi aspal akan bersifat seperti benda cair yang kental, sedangkan pada suhu yang rendah aspal akan bersifat seperti benda padat yang kenyal

## **W**

**Wearing course**        Adalah lapis aus, yaitu nama lapin dari lapis permukaan perkerasan jalan yang berfungsi menahan geseran roda kendaraan agar lapisan tidak aus.