



KINERJA LAPIS PERMUKAAN JALAN PRA-CAMPUR DI INDONESIA

Oleh:

A. Hermanto Dardak (Puslitbang Jalan)

Tyrone Toole (TRRL, Inggris)

Salim Mahmud (Puslitbang Jalan)

A. Tatang Dachlan (Puslitbang Jalan)

RINGKASAN

Penelitian Kinerja campuran aspal untuk konstruksi lapis tambah di Indonesia telah dilakukan sejak 1988 yang lalu. Bahan lapis tambah tersebut direncanakan mempunyai kadar bitumen lebih tinggi daripada campuran normal dengan maksud untuk memperbaiki keawetan (*durability*) dan kelenturan (*flexibility*). Campuran ini mirip dengan Hot Rolled Asphalt (HRA) bergradasi senjang (*gapgraded*) yang dikembangkan di Inggris dan konstruksi ini mempunyai sifat-sifat yang lebih baik daripada Beton Aspal bergradasi-menerus (*continuous-graded*).

Dalam penelitian ini diuraikan suatu evaluasi kinerja kondisi jalan dimana pengambilan datanya dilakukan dengan survai penilaian kondisi jalan secara detail dan dilaksanakan pada jalan sepanjang lebih dari 300 km. Untuk penelitian jangka panjang maka pada lokasi-lokasi tersebut dipilih sebanyak 25 seksi pengamatan. Lokasi ini telah dipertimbangkan dan sesuai dengan parameter-parameter standar yang diperlukan antara lain meliputi lalu lintas, tebal lapis tambah dan kekuatan struktur, geometri serta sifat-sifat campuran aspal.

Tulisan ini menguraikan penggunaan metoda evaluasi, hasil awal penelitian kinerja kondisi yang telah dilakukan sebelumnya, termasuk hubungan antara jenis campuran aspal, sifat-sifat campuran aspal serta perilakunya.

Saran-saran diberikan dalam rangka memperbaiki spesifikasi lapis permukaan beraspal yang digunakan saat ini di Indonesia.

SUMMARY

Studies have been undertaken over the past three years of the performance of asphaltic overlays in Indonesia. The overlay materials were designed to accomodate a higher than normal bitumen content to improve mix durability and flexibility. The mixex are similar to the UK gap-graded Rolled Asphalt rather than continuously graded asphaltic Concrete.

The studies have involved an evaluation of performance, for which detailed condition surveys were carried out on more than 300 km of roadway. Subsequently, twenty five sections were selected for long-term study. The sections were chosen to cover the range of standard design parameters, including design traffic, overlay thickness and structural strength, road geometry and mix type and properties.

The paper describes the evaluation methodology used and the preliminary results of the performance studies, including the relation between mix type and mix properties and behavior.

Recommendations are given to improve the current Indonesian specifications for asphaltic surfacings

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka mengevaluasi kinerja lapis tambah yang dilaksanakan di Indonesia, sejak tahun 1988 telah dilakukan suatu penelitian perkerasan yang komprehensif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyempurnakan perencanaan campuran dan spesifikasi, cara-cara pelaksanaan, perencanaan struktur, serta untuk mendapatkan model-model kerusakan jalan (road deterioration relationship) yang sesuai dengan kondisi lingkungan di Indonesia. Hasil-hasil awal penelitian serta uraian rinci mengenai perencanaan dan pelaksanaan penelitian telah ditulis pada laporan-laporan sebelumnya (Toole dkk, 1990 dan 1991).

Jenis-jenis lapis tambah yang dievaluasi mencakup campuran yang diproduksi menurut "Specification for High Durability Asphalt" (DGH 1986), yang dikenal dengan nama Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston), serta campuran Lapis Beton Aspal (Laston) yang diproduksi menurut prinsip-prinsip disain-Marshall (Asphalt Institute, 1983).

Dasar-dasar diterapkannya Lataston di Indonesia, pertama kali ditulis oleh Corne (1983). Dalam tulisan tersebut diuraikan alternatif sistem lapis tambah yang terdiri daripada lapis pondasi Laston Atas dan lapis permukaan Lataston. Campuran-campuran tersebut didisain agar mempunyai kandungan aspal yang lebih banyak daripada campuran Laston, yaitu dengan tujuan untuk meningkatkan kelenturan dan keawetan. Campuran Lataston menyerupai "gap-graded rolled asphalt" (RA) yang digunakan di Inggris (BSI, 1985) dan Afrika selatan (NITRR, 1978). Lataston dikelompokkan ke dalam dua kelas, yaitu kelas A dan kelas B. Kelas A digunakan untuk jalan yang mempunyai lalu lintas ringan dan sedang; kelas B digunakan untuk jalan yang mempunyai lalu lintas berat dan daerah tanjakan/terutama yang cukup terjal.

Sejak pertengahan tahun 1980-an, ribuan kilometer jalan telah diberi lapis tambah; namun sejauh ini belum dilakukan yang lebih rasional terhadap rencana penanganan (peningkatan dan pemeliharaan) jalan di masa yang akan datang. Untuk mencapai tujuan tersebut, sejak tiga tahun yang lalu telah dilakukan kerja sama penelitian antara Pusat Litbang Jalan-Badan Litbang PU, Indonesia dengan Transport and Road Research Laboratory (TRRL), Inggris.

2. METODOLOGI EVALUASI DAN PENELITIAN KINERJA

2.1 Metodologi Evaluasi

Program peningkatan jalan dengan konstruksi lapis tambah dilaksanakan pada kondisi yang bermacam-macam, baik mengenai lalu lintasnya ataupun kondisi permukaan dan strukturalnya. Sebelumnya telah diperkirakan bahwa jalan-jalan yang telah ditingkatkan sampai tahun 1988 akan bisa dicakup suatu rentang nilai daripada variabel-variabel kunci yang diperlukan dalam penelitian. Untuk hal ini ditentukan "Window Monitoring" atau "Seksi-Pengamatan" di mana terhadap seksi-seksi pengamatan yang mempunyai umur yang berbeda-beda dilakukan pemantauan dalam suatu periode waktu tertentu. Faktor-faktor yang tidak bisa diuji pada cara tersebut, dapat diselidiki pada penelitian lapis tambah baru atau pada seksi-seksi pengamatan yang khusus dibuat untuk keperluan tersebut.

Sejauh ini, evaluasi mencakup 7 tahap sebagai berikut :

- (i) Penelaahan prosedur perencanaan dan pelaksanaan.
- (ii) Survei kondisi pada beberapa ruas jalan, untuk mengidentifikasi pola umum kondisi serta mekanisme kerusakan.
- (iii) Penilaian seksi-seksi pengamatan untuk penyelidikan lebih rinci.
- (iv) Pengamatan pengaruh lalu lintas, sifat-sifat campuran dan geometri terhadap kinerja campuran.
- (v) Mengevaluasi persoalan-persoalan yang dijumpai mulai dari tahap perencanaan sampai pelaksanaan.
- (vi) Identifikasi data yang masih kurang dan untuk melengkapinya selanjutnya memilih seksi-seksi pengamatan tambahan, baik dari proyek-proyek yang sudah selesai ataupun dari proyek yang baru.
- (vii) Pengembangan spesifikasi dan prosedur disain yang telah disempurnakan.

2.2 PENILAIAN KINERJA

Penilaian kinerja dilakukan melalui beberapa tahap penilaian kondisi sebagai berikut (Toole dkk, 1991) :

- **Penilaian kondisi tahap 1 (PCS 1);** penilaian secara visual serta pengukuran-pengukuran ke-

rusakan jalan yang terdapat pada setiap potongan 100 meter dan dilakukan untuk setiap jalur/arah.

- **Penilaian kondisi tahap 2 (PCS 2);** penilaian secara visual dan mendetail serta pengukuran-pengukuran kerusakan jalan pada setiap potongan 10 meter dan dilakukan untuk setiap jalur/arah.
- **Penilaian kondisi tahap 3 (PCS 3);** pengukuran-pengukuran kerusakan jalan pada titik-titik tertentu dan pada posisi jalur jejak roda serta dilakukan dengan interval jarak sepanjang 10 meter.

Hasil analisa data yang disajikan dalam tulisan ini adalah hasil survai PCS 2 dan PCS 3, yang mana sifat-sifat struktural yang diukur setiap 10 meter dan kinerja campuran aspal yang diuji yang diperoleh dari lokasi yang sama dicari hubungannya.

Pengukuran kinerja perkerasan jalan pada dasarnya menyangkut kedalaman alur pada titik-titik pengujian, serta panjang daerah retak pada jalur jejak roda yang diukur pada potongan-potongan jalan sepanjang 10 m.

Kriteria nilai kondisi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Alur : Baik : < 10 mm;
Kritis : 10 - 20 mm;
Rusak : > 20 mm.
- Retak : Baik : tanpa retak;
Awal : < 10% panjang;
Kritis : 10 - 30% panjang;
Rusak : > 30% panjang.

3. GAMBARAN UMUM SEKSI-SEKSI PENGAMATAN

Jalan yang dipilih untuk penelitian yang mendetail, terdiri dari ruas-ruas jalan yang tersebar sepanjang 360 di Jawa Barat. Dari ruas-ruas ini selanjutnya dipilih seksi-seksi pengamatan yang mewakili sebanyak 25 seksi yang pada umumnya masing-masing seksi mempunyai panjang 500 m. Terhadap ruas-ruas jalan tersebut dilakukan survai kondisi dengan interval waktu sekitar dua sampai tiga tahun, sedangkan terhadap seksi-seksi penga-

matan dilakukan pada setiap interval waktu 6 bulan.

Jenis lapis tambah yang diteliti terdiri dari Laston sebanyak 22 seksi pengamatan dan Laston sebanyak 3 seksi pengamatan. Lapis permukaan umumnya dipasang di atas lapis pondasi beraspal yang mempunyai spesifikasi yang biasa. Analisa selanjutnya terhadap sifat-sifat campuran menunjukkan bahwa 35% lapis tambah terdiri dari campuran bergradasi menerus, 50% bergradasi menengah dan 15% bergradasi senjang (jenis Laston).

Tebal komposisi gabungan lapis tambah berkisar antara 50 mm sampai 200 mm. Lapis permukaan asli sebelum lapis tambah terdiri dari Penetrasi Macadam sebanyak 21 seksi pengamatan, dan lapis pondasi granular pada seksi-seksi yang lainnya. CBR tanah dasar berkisar antara 1 sampai 6%.

4. SIFAT-SIFAT CAMPURAN LAPIS PERMUKAAN

Menurut spesifikasi yang berlaku, sifat-sifat campuran yang diambil dari masing-masing seksi pengamatan ditunjukkan pada Tabel 1. Dari data tersebut terlihat bahwa lapis permukaan yang dibuat dengan spesifikasi campuran yang sama ternyata hasilnya bermacam-macam dan mempunyai gradasi mulai dari yang bergradasi menerus sampai dengan yang bergradasi senjang.

Dalam rangka membedakan campuran, apakah campuran tersebut bergradasi menerus atau bergradasi senjang, maka telah dikembangkan suatu metoda pengelompokan campuran yang sesuai dengan jenis gradasinya. Penetapan jenis gradasi tersebut didasarkan pada jumlah bahan yang lolos saringan 2,36 mm (No. 8) dan tertahan saringan 0,6 mm (No. 30). Metoda ini didasarkan pada Spesifikasi BS 594 untuk Rolled Asphalt (RA) (BS 1985) di mana batas maksimum ukuran butir bahan tersebut dibatasi jumlahnya. Batasan disusun menurut kandungan agregat kasar atau coarse aggregate (CA) dan berkisar antara 9 sampai 14% untuk rentang kadar CA antara 55 dan 30%. Pengelompokan menurut BS-594, dikenal tiga kelas gradasi campuran sebagai berikut :

- **Gradasi senjang :** apabila jumlah bahan yang tertahan adalah lebih kecil dari batas maksimum.
- **Gradasi menengah :** apabila jumlah bahan

yang tertahan adalah sampai dengan 5% di atas batas maksimum.

Gradasi menerus : apabila jumlah bahan yang tertahan adalah 5% lebih besar di atas batas maksimum.

Dari hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa hampir 70% campuran lapis tambah yang dihampar pada jalan yang dilalui lalu lintas sedang dan rendah adalah bergradasi menerus dan sisanya bergradasi menengah. Pada jalan yang dilalui lalu lintas berat, terdiri dari gradasi menerus 30%, gradasi menengah 50% dan bergradasi senjang 20%.

5. HUBUNGAN SIFAT-SIFAT CAMPURAN DENGAN KINERJA LAPIS TAMBAH

5.1 Umum

Data yang diperoleh dari lokasi-lokasi di mana kerusakan yang terjadi diakibatkan oleh faktor-faktor, misalnya, pelaksanaan pelebaran yang tidak baik atau perbaikan perkerasan lama yang kurang sempurna, tidak dimasukkan ke dalam analisa.

Dalam analisa menyangkut hal-hal berikut :

- (i) Hubungan antara jenis campuran dengan kinerjanya.
- (ii) Kemampuan dua spesifikasi alternatif, yaitu BS-594 (1985) dan TRH-8 (1978) dalam mengidentifikasi tingkat pencapaian mutu campuran.
- (iii) Pengaruh sifat-sifat dan komposisi campuran yang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (DGH 1986) terhadap kinerjanya.

Analisa (i) dan (ii) dilakukan terhadap semua data yang diperoleh dari semua seksi pengamatan, sedangkan analisa (iii) sejauh ini hanya dilakukan terhadap data yang diperoleh dari seksi-seksi pengamatan yang dilalui kendaraan paling berat. Jalan tersebut telah dilewati oleh 3000 sampai 4000 ESA selama lima tahun atau ekuivalen dengan 5,5-5,7 juta sejak jalan dilapis tambah.

Hasil analisa hendaknya dipandang sebagai hasil pendahuluan dan analisa lebih lanjut secara statistik diharapkan dapat memberikan yang lebih baik, yaitu setelah pengambilan contoh dan gambaran pengujian mencapai lima kali lipat.

5.2 Pengaruh Jenis Campuran

Data campuran yang diperoleh dari tiap lokasi dianalisa dengan cara mengelompokkan menurut je-

nis campurannya, dan selanjutnya dihitung jumlah lokasi yang menunjukkan kinerja 'memuaskan' atau 'tidak memuaskan', dalam satuan persen.

Dari jumlah contoh campuran aspal yang diambil ternyata sebanyak 18% bergradasi senjang, 56% bergradasi menengah dan 45% bergradasi menerus. Umur jalan dan beban kumulatif lalu lintas yang telah dicapai berkisar antara 35 dan 50 persen daripada umur yang direncanakan. Jumlah lokasi yang menunjukkan kinerja memuaskan dan tidak memuaskan ditunjukkan pada Tabel 2.

Kinerja lapis permukaan dinyatakan memuaskan apabila pada lokasi tersebut tidak ada kerusakan (baik) atau dalam tahap permulaan mulai retak tetapi panjangnya kurang dari 10% daripada panjang daerah yang dinilai. Dalam hal tersebut, pemeliharaan rutin atau penanganan permukaan sudah seyogyanya dilakukan untuk menahan berkembangnya kerusakan.

Jumlah kejadian retak parah menurut masing-masing gradasi campuran adalah gradasi senjang 6%, gradasi menengah 16% dan gradasi menerus 25%, sedangkan jumlah kejadian alur parah masing-masing adalah gradasi senjang 0%, gradasi menengah 15% dan gradasi menerus 4%.

Hasil-hasil di atas menunjukkan bahwa campuran bergradasi senjang umumnya mempunyai kinerja yang memuaskan; sedangkan campuran bergradasi lainnya menunjukkan kinerja yang bervariasi.

5.3 Spesifikasi Alternatif

Kinerja campuran yang telah memenuhi 2 spesifikasi alternatif adalah BS-594 (BSI, 1985) dan The South African Guidelines (THR-8) (NITRR-1978) untuk permukaan bergradasi senjang dan menengah telah teruji.

Kedua spesifikasi memiliki batas-batas gradasi dan untuk mendapatkan kandungan aspal optimum, spesifikasi tersebut menyarankan menggunakan pendekatan disain dengan cara Marshall. BS-594 menyarankan untuk menggunakan pendekatan dengan cara resep di mana dari pengalaman menunjukkan bahwa campuran yang diperoleh dapat menghasilkan kinerja yang memuaskan.

Sebanyak 15% daripada semua campuran memenuhi kriteria gradasi gabungan BS-594 dan per-

Tabel 1.
Sifat-sifat lapis permukaan beraspal
yang masuk ke dalam Spesifikasi

Kontrak Paket	TBC %	EBC %	CA %	FA %	FF %	VIM %	F _t %	f/b %
------------------	----------	----------	---------	---------	---------	----------	---------------------	----------

Lataston Kelas A

Spesifikasi	> 7,3	> 6,8	20-40	47-67	5-9	3-6	> 8	>0,73
CP-39	8,1 (1,00)	7 (1,00)	53 (3,8)	30 (3,2)	8,4 (2,3)	2,4 (1,4)	7 (2)	1,2 (-)
CP-40	7,0 (0,48)	5,8 (0,54)	54 (2,7)	30 (2,4)	8,9 (2,1)	6,4 (2,5)	6 (1)	1,3 (0,4)

Lataston Kelas B

Spesifikasi	> 6,7	> 6,2	30-50	39-59	4,5-7,5	3-6	> 8	>0,73
CP-11	7,4 (0,37)	6,2 (0,47)	44 (5,6)	40 (5,5)	8,0 (2,4)	6,4 (3,2)	6 (1)	1,3 (0,45)
CP-12	7,6 (0,40)	6,3 (0,40)	54 (2,8)	30 (2,5)	7,7 (1,7)	2,0 (1,9)	8 (1)	1,2 (0,30)
CP-21	8,7 (0,56)	5,6 (0,62)	55 (3,6)	30 (2,9)	7,8 (1,0)	1,7 (1,9)	7 (1)	1,4 (0,25)
CP-38	7,2 (0,52)	6,1 (0,67)	56 (4,7)	29 (4,7)	7,9 (1,7)	5,4 (2,5)	6 (2)	1,3 (0,40)
CP-39	7,2 (0,58)	5,8 (0,42)	52 (3,5)	30 (3,6)	10,2 (3,6)	5,2 (1,5)	5,4 (1)	1,9 (-)
CP-40	7,4 (0,42)	5,8 (0,35)	52 (8,2)	33 (7,1)	7,8 (2,1)	5,7 (2,9)	7 (1)	1,3 (0,30)

Laston

CP-21	5,9 (0,39)	4,8 (0,50)	58 (2,8)	28 (2,7)	8,1 (0,5)	3,5 (2,3)	6 (1)	1,7 (0,19)
-------	---------------	---------------	-------------	-------------	--------------	--------------	----------	---------------

Catatan:

1. Nilai rata-rata dan nilai standar deviasi (dalam kurung)
2. CA = Coarse Aggregate fraction;
3. FA = Fine Aggregate fraction;
4. FF = Filler fraction
5. VIM = Voids in the Mix (Air voids)
6. TBC = Total bitumen content
7. EBC = Effective bitumen content
8. F_t = Bitumen film thickness (effective)
9. f/b = Filler/Binder ratio (effective)

Tabel 2
Kinerja Lapis Tambah

Jenis Campuran	Semua Tingkat		LL Berat	
	Memuaskan (%)	Tdk memuaskan (%)	Memuaskan (%)	Tdk memuaskan (%)
Gap graded	94	6	94	6
Intermediate	69	31	60	40
Wenerus	71	29	50	50

sentase tingkat keberhasilannya adalah sama dengan untuk campuran gradasi senjang (lihat Tabel 2). Hanya dalam satu kasus terjadi kerusakan.

Bila dibandingkan dengan persyaratan dalam TRH-8, maka sebanyak 39% daripada semua campuran memenuhi kriteria gradasi gabungan. Campuran-campuran tersebut semuanya bergradasi senjang, sedangkan 40 persennya terdiri dari campuran ber-

gradasi menengah. Ditunjukkan pula bahwa campuran-campuran tersebut mempunyai kinerja yang cukup tinggi.

Sebagai gambaran diperlihatkan kurva gradasi berdasarkan dua spesifikasi tersebut di atas pada Gambar 1 sampai Gambar 7.

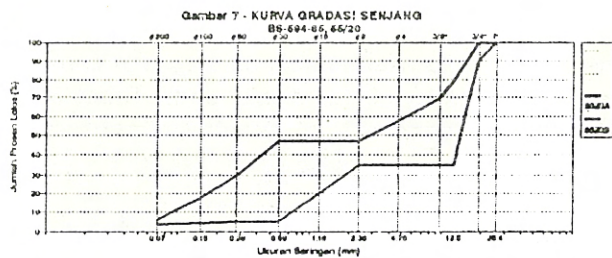
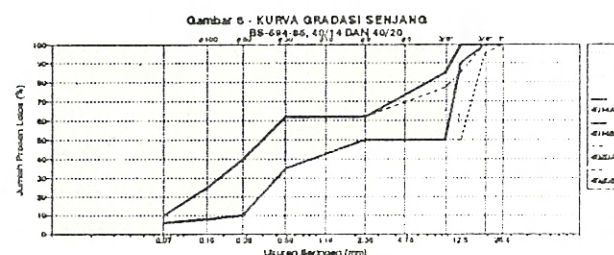
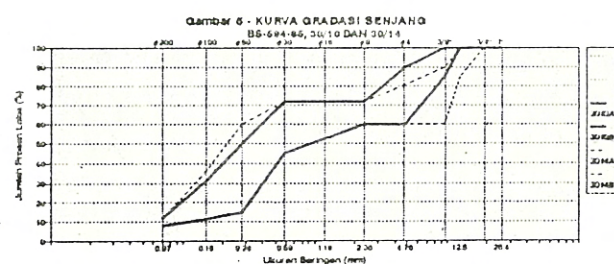
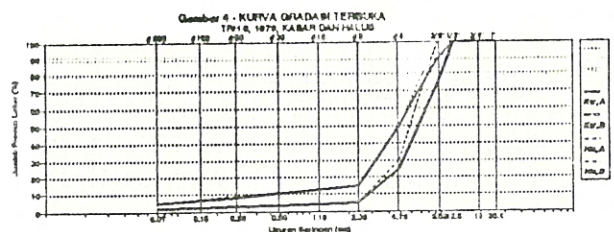
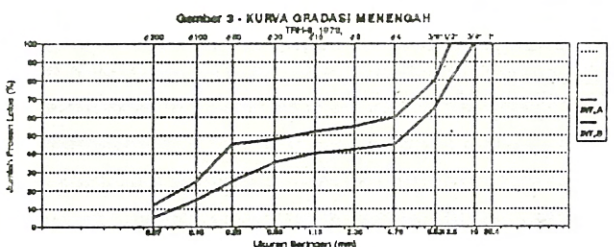
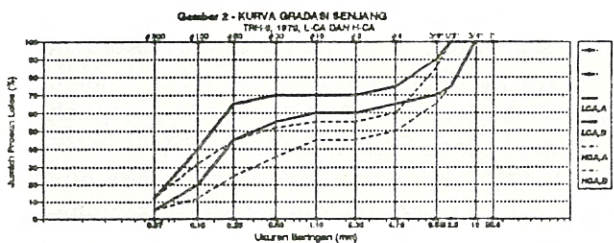
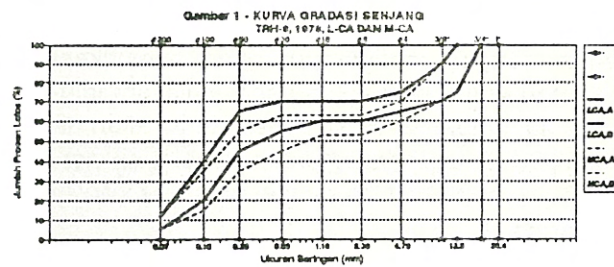
Gambar 1 sampai Gambar 4 adalah tipikal kurva gradasi yang dikembangkan di Afrika Selatan (TRH-8, 1978), sedangkan Gambar 5 sampai Gambar 7 adalah tipikal kurva gradasi yang dikembangkan di Inggris (BS-594, 1985). Gambar 1 dan Gambar 2 adalah tipikal kurva gradasi senjang dengan tiga macam kadar agregat kasar (rendah, sedang dan tinggi), Gambar 3 adalah gradasi menengah (intermediate) dan Gambar 4 adalah gradasi terbuka (open graded). Gambar 5 adalah tipikal kurva gradasi senjang dengan 5 macam kadar agregat kasar (30/10, 30/14, 40/14, 40/20, dan 55/20).

5.4 Pengaruh Sifat-sifat dan Komposisi Campuran

Spesifikasi Lataston mensyaratkan bahwa campuran harus memenuhi delapan nilai sifat-sifat campuran. Disebutkan pula bahwa kriteria yang diisyaratkan harus dapat menjamin bahwa kadar rongga udara harus terletak di tengah-tengah rentang yang ditetapkan, sedangkan tebal film aspalnya harus setinggi mungkin untuk mendapatkan keawetan yang maksimum. Kriteria stabilitas dan kelenturan Marshall juga harus dipenuhi untuk memperoleh kekuatan yang cukup. Untuk kemudahan, di dalam spesifikasi ditetapkan juga besarnya kandungan aspal efektif serta batas-batas gradasi untuk disain campuran. Melalui percobaan di laboratorium, beberapa parameter diatur sedemikian rupa sehingga akhirnya campuran dapat memenuhi semua kriteria yang diisyaratkan.

Dalam penelitian ini, jumlah data hasil pengujian Marshall yang asli diperoleh dengan jumlah yang sangat terbatas sehingga tidak memadai untuk dilakukan analisa sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Meskipun demikian, telah dilakukan pengujian pengaruh masing-masing sifat campuran terhadap kinerjanya. Sifat-sifat campuran tersebut adalah :

- Kadar rongga udara, di lapangan (setelah dilewati lalu lintas);
- Tebal film aspal (BFT);
- Kadar aspal efektif (EBC);



Tabel 3
Hubungan Antara Kinerja Kondisi Jalan dan Sifat-sifat Campuran Beraspal untuk Kondisi Lalu Lintas Berat. (Persentase Jumlah Contoh Uji dalam rentang nilai yang ada pada Sifat-sifat Campuran Beraspal)

Tebal selaput aspal (mikron)	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Baik	67	81	74	77	100	100	100
Retak	33	13	0	0	0	0	0
Alur	0	6	26	23	0	0	0

Rongga dalam campuran (% berdasarkan 151)	<2	2-3,99	4-5,99	6-7,99	8-9,99	>10
Baik	72	87	80	75	100	0
Retak	0	0	20	25	0	100
Alur	28	13	0	0	0	0

Kadar aspal efektif (% tdk brt campuran)	4,7-5,19	5,2-5,69	5,7-6,19	6,2-6,69	6,7-7,19	7,2-7,69	>7,7
Baik	83	50	94	79	80	100	33
Retak	17	17	6	0	20	0	0
Alur	0	33	0	21	0	0	67

Kadar bitumen total (% tdk brt campuran)	6,2-6,99	6,7-7,19	7,2-7,69	7,7-8,19	8,2-8,19	>8,7
Baik	60	82	75	92	100	0
Retak	20	9	5	0	0	0
Alur	20	9	20	8	0	100

Fraksi agregat kasar (% > 2,36mm)	30-39,9	40-49,9	50-59,9	>60
Baik	-	87	81	80
Retak	-	0	9	0
Alur	-	33	10	20

Fraksi agregat halus (% mel 2,36 0,075 mm)	20-29,9	30-39,9	40-49,9	>50
Baik	74	71	-	-
Retak	6	16	-	-
Alur	18	11	-	-

Fraksi bahan pengisi (% < 0,075 mm)	4,5-7,49	7,5-9,99	10-12,49	>12,5
Baik	89	83	50	0
Retak	0	0	40	100
Alur	11	17	10	0

Bahan pengisi/aspal	<0,7	0,7-1,19	1,2-1,49	1,5-1,99	>2,0
Baik	100	88	79	67	0
Retak	0	0	0	13	100
Alur	0	12	21	20	0

% tertahan 2,36-0,6mm	< 6	6-7,99	8-9,99	10-11,99	12-13,99
Baik	100	100	92	75	63
Retak	0	0	0	12	11
Alur	0	0	8	13	26

- Kadar aspal total (TBC);
- Fraksi agregat kasar (CA), (> 2.36 mm);
- Fraksi agregat halus (FA), (75μ-2.36 mm);
- Fraksi bahan fungsi (FF), (<75μ);
- Perbandingan bahan fungsi terhadap kadar aspal efektif;
- Persentase bahan yang lolos 2,36 mm tertahan 0,6 mm.

Persentase jumlah lokasi yang menunjukkan kon-

disi baik retak, dan beralur dihitung dengan memperhatikan rentang nilai masing-masing sifat campuran. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 3. Penjelasan terhadap hal-hal tersebut dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4
Pengaruh Sifat-sifat Campuran Aspal pada Kinerja Kondisi

Sifat Campuran	Pengaruh	Komentar	Batas-batas (%) yang disarankan
Rongga dalam campuran.	Alur rendah, retak tinggi.	Gunakan sebanyak 50 tumbukan. Kemungkinan terjadi perhitungan yang rendah, gunakan 75 tumbukan	2 - 8 %
Tebal selaput bitumen	Alur tinggi, retak rendah.	-	> 8 mikron
Kadar bitumen efektif.	Retak tinggi, alur rendah.	Nilai alur tinggi seiring dengan campuran bergradasi senjang. Nilai retak tinggi sehubungan dengan tingginya ratio f/b.	> 5,7 % setelah melewati toleransi pada mesin pencampur aspal.
Kadar bitumen total.	-	Hubungan tidak jelas	> 6,2%
Agregat kasar	Kecenderungan tidak jelas	-	45 - 55 %
Agregat halus	Kadar rendah (<30%) akan berakibat alur	-	30 - 40 %
Bahan pengisi	Lebih dari 10% akan berakibat retak	-	4,5 - 10 %
Filler/Binder ratio	Lebih dari 1,5% akan berakibat retak	-	0,7 - 1,3 % (disarankan 0,7 - 1,0 %)
Bahan antara 2,36 mm dan 0,6mm	Nilai rendah akan lebih baik Nilai tinggi berakibat kinerja kondisi bervariasi	-	< 13 % disarankan < 8 %

* Catatan: Untuk campuran aspal jenis gradasi-senjang dan gradasi-menengah.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan pokok yang dapat ditarik dari hasil penelitian sejauh ini adalah sebagai berikut :

1. Kinerja lapis tambah yang dihampar untuk memenuhi sejumlah persyaratan yang ditetapkan ternyata sangat bervariasi, di mana kondisi kritis dicapai pada jalan dengan arus lalu lintas berat serta telah berumur antara 35% sampai dengan 50% umur rencananya. Keragaman sifat-sifat campuran aspal dan faktor-faktor lain di luar sifat-sifat tersebut memberikan sumbangan yang cukup besar terhadap kinerja yang bervariasi ini.
2. Hubungan antara sifat-sifat campuran aspal dengan kinerja menunjukkan bahwa campuran yang bergradasi menengah dan senjang lebih unggul daripada campuran aspal bergradasi menerus (Laston).
3. Dua spesifikasi alternatif untuk campuran aspal bergradasi senjang dan menengah dipandang mempunyai hubungan yang erat dengan sifat-sifat campuran yang menunjukkan kinerja memuaskan.

4. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut, yaitu dalam rangka menyempurnakan spesifikasi Laston untuk jalan-jalan yang melayani lalu lintas sangat berat. Hasil penelitian ini akan digunakan sebagai dasar untuk penentuan persyaratan yang akan diterapkan pada percobaan lapangan.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. THE ASPHALT INSTITUTE (1983). Asphalt overlays for highway and street rehabilitation. Manual Series No. 17 (MS-17). The Asphalt Institute, College Park, Maryland, USA.
2. BSI (1985). Hot rolled asphalt for roads and other paved areas. British Standard BS-594. London : British Standard Institution.
3. CORNE, C.P. (1983). Optimising pavement overlay design for Indonesia. Proc. 4th Conf. of Roda Eng. Assoc. of Asia Australia, Jakarta, Indonesia
4. DIRECTORATE GENERAL OF HIGHWAYS (1986). IBRD Highway Betterment Programme : Specifications for High Durability Asphalts. Central Design Office, Jakarta, Indonesia.
5. NITRR (1978). Selection and design of hotmix asphalt surfacings for highways. National Institute for Transport and Road Research, Technical Recommendations for Highways, TRH-8. Petroria, South Africa.
6. TOOLE, T., S. MAHMUD AND A. TATANG DACHLAN (1990). Research on Hot Rolled Sheets in Indonesia. In : 4th Conf. on Road Eng., Jakarta, 19-20 November, 1990.
7. TOOLE, T., S. MAHMUD AND A. TATANG DACHLAN (1990). Research on Hot Rolled Sheets in Indonesia : design and implementation of studies of existing overlays. IRE Research Report No. 11.024. TJ.90. Bandung : Institute of Road Engineering.

Penulis :

1. Dr. Ir. A. Hermanto Dardak, MEngSc, Sarjana S-1 Sipil ITB Bandung, S-2 dan S-3 Teknik Transportasi/Jalan Raya pada University of New South Wales, Australia;
2. Tyrone Toole, wakil TRRL, Inggris, di Pusat Litbang Jalan;
3. Ir. Salim Mahmud, Sarjana S-1 Sipil ITB Bandung
4. Ir. A. Tatang Dachlan, Ajun Peneliti Muda Bidang Teknik Jalan, Sarjana S-1 Sipil ITS Surabaya.