

# KINERJA PERKERASAN LENTUR RECYCLING ASPAL MODIFIKASI DAN BAHAN LOKAL

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal modifikasi. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dan lapangan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal modifikasi memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal biasa. Hal ini dapat dilihat dari nilai kuat tekannya yang lebih tinggi dan nilai defleksi yang lebih rendah.

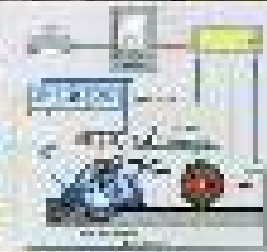
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi masyarakat umum, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di daerah-daerah yang memiliki sumber daya alam yang melimpah.

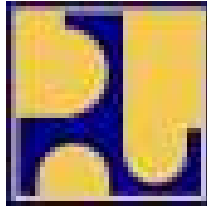
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal modifikasi memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal biasa. Hal ini dapat dilihat dari nilai kuat tekannya yang lebih tinggi dan nilai defleksi yang lebih rendah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi masyarakat umum, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di daerah-daerah yang memiliki sumber daya alam yang melimpah.



# KINERJA PERKERASAN LENTUR DENGAN TEKNIK WILDON RECYCLING ASPAL MODIFIKASI DAN BAHAN LOKAL

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal modifikasi. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dan lapangan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal modifikasi memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan perkerasan lentur dengan menggunakan bahan lokal dan aspal biasa. Hal ini dapat dilihat dari nilai kuat tekannya yang lebih tinggi dan nilai defleksi yang lebih rendah.





# **KINERJA PERKERASAN LENTUR DENGAN TEKNOLOGI *RECYCLING*, ASPAL MODIFIKASI DAN BAHAN LOKAL**

**Prof.(R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc .**  
**Ir. Nono, M.Eng.Sc.**



**INFORMATIKA**  
**Bandung**

# **KINERJA PERKERASAN LENTUR DENGAN TEKNOLOGI *RECYCLING*, ASPAL MODIFIKASI DAN BAHAN LOKAL**

Desember 2012

Cetakan Ke-1, tahun 2012, ( x + 84 Halaman )

© Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

No. ISBN : 978-602-1514-09-2

Kode Kegiatan : 02-PPK3-001107-E12

Kode Publikasi : IRE-TR-077/2012

Kata Kunci : Kinerja Perkerasan Lentur



## **Penulis:**

Prof.(R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc.  
Ir. Nono, M.Eng.Sc.

## **Editor:**

Dr. Djoko Widajat, M.Sc.  
Prof.(R) Dr. Ir. Furqon Affandi, M.Sc.

## **Diterbitkan oleh:**

Penerbit Informatika - Bandung

Anggota IKAPI Jabar Nomor : 033/JBA/99

## **Pemesanan melalui:**

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan

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

# Kata Pengantar

Buku ini membahas keandalan beberapa teknologi bahan untuk perkerasan lentur yang telah diuji secara skala laboratorium dan lapangan. Jenis teknologi bahan perkerasan jalan lentur tersebut mencakup teknologi daur ulang, teknologi jenis campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) dan *Porous Asphalt*, teknologi campuran beraspal modifikasi yang menggunakan aspal polimer, teknologi bahan lokal dan teknologi *Otta Seal*. Dalam mengevaluasi keandalan beberapa teknologi bahan ini, dilakukan monitoring dan evaluasi pada lokasi-lokasi uji coba di lapangan yang dilakukan oleh Pusat litbang Jalan dan Jembatan serta oleh Bina Marga.

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengevaluasi kinerja teknologi perkerasan lentur khususnya teknologi daur ulang, teknologi jenis campuran *split mastic asphalt* dan *porous asphalt*, teknologi campuran beraspal modifikasi yang menggunakan aspal polimer, teknologi bahan lokal dan teknologi *otta seal* untuk perkerasan jalan.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan data adalah dengan mengadakan pengumpulan data laboratorium dan lapangan hasil dari pemantauan atau monitoring secara berkala, yaitu melalui pengujian di lapangan yang mencakup penilaian kondisi fungsional dan pengujian kekuatan struktur perkerasan. Penilaian kondisi fungsional adalah melalui pengujian ketidakrataan dengan alat NAASRA-meter dan pengamatan secara visual (PCS) serta pengukuran kedalaman alur. Penilaian kekuatan struktur perkerasan adalah dengan melakukan pengujian lendutan. Di samping itu, untuk mengevaluasi sifat campuran beraspal dilakukan juga pengambilan contoh lapangan yang selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium. Tujuan pengujian di laboratorium ini adalah untuk mengevaluasi sifat campuran beraspal (volumetrik campuran) seperti, perubahan kepadatan dan rongga campuran.

Berdasarkan hasil monitoring dan evaluasi diharapkan dapat memberikan masukan dalam penyempurnaan pada metode perancangan campuran dan pelaksanaan teknologi bahan perkerasan jalan lentur tersebut di atas.

Bandung,  
Desember 2012



# Daftar Isi

Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	vi
Daftar Gambar .....	viii
1. Pendahuluan.....	1
2. Tipikal Konstruksi dan Kinerja Perkerasan Lentur.....	3
3. Jenis Bahan Pada Konstruksi Perkerasan Lentur .....	5
4. Teknologi Bahan Jalan Yang Di Ujicoba Di Lapangan .....	6
4.1. Umum .....	6
4.2. Teknologi Daur Ulang ( <i>Recycling</i> ).....	6
4.3. Teknologi Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i> (SMA) dan <i>Porous Asphalt</i> .....	10
4.4. Teknologi Campuran Beraspal Dengan Aspal Modifikasi.....	13
4.5. Teknologi <i>Otta Seal</i> .....	14
4.6. Teknologi Bahan Perkerasan dengan Pemanfaatan Bahan Lokal dan Sub Standar (Batu Karang dan Pasir Laut) .....	17
5. Metode Analisis Kinerja Perkerasan.....	20
5.1. Kinerja Berdasarkan Kriteria Fungsional .....	20
5.2. Kinerja Berdasarkan Kriteria Struktural.....	25
6. Kinerja Perkerasan Hasil uji Coba di Lapangan .....	26
6.1. Lokasi Monitoring.....	26
6.2. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i> (SMA) .....	38
6.3. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Campuran <i>Porous Asphalt</i> .	54
6.4. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Campuran Aspal Modifikasi	66
6.5. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi <i>Otta Seal</i> .....	73
6.6. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Bahan Lokal .....	77
7. Penutup .....	81
Daftar Pustaka .....	83

# DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Gradasi Agregat Porous Asphalt Telah di Uji Di Beberapa Negara	12
Tabel 2. Pemilihan Gradasi Pada <i>Otta Seal</i>	16
Tabel 3. Gradasi agregat yang direkomendasikan untuk pelapisan <i>Otta Seal</i>	16
Tabel 4. Karakteristik Batu Karang Nusa Penida dengan Standar Bina Marga	18
Tabel 5. Hasil analisis kimia batu karang dan pasir laut Tambolaka, NTT	19
Tabel 6. Kondisi Jalan Berdasarkan PSI (AASHTO, 1993)	21
Tabel 7. Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal	22
Tabel 8. Nilai Kekesatan Minimum yang Disarankan (TRRL, 1969)	24
Tabel 9. Nilai Kedalaman Tekstur Permukaan yang Disarankan (TRRL, 1969)	24
Tabel 10. Lokasi Monitoring	27
Tabel 11. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA) Ruas Cirebon-Losari	29
Tabel 12. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Cirebon-Losari	30
Tabel 13. Data PSI Ruas Cirebon-Losari	33
Tabel 14. Data Lendutan dan Umur Sisa Perkerasan Ruas Cirebon-Losari	34
Tabel 15. Karakteristik Campuran Ruas Cirebon-Losari	35
Tabel 16. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA) Ruas Jatibarang-Palimanan	39
Tabel 17. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan	42
Tabel 18. Data PSI Ruas Jatibarang-Palimanan	45
Tabel 19. Data Lendutan dan Umur Sisa Perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan	47
Tabel 20. Karakteristik Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan	49
Tabel 21. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA) Ruas Jatibarang-Indramayu	55
Tabel 22. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	57

Tabel 23.	Data Permeabilitas <i>Porous Aspal</i> dan Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	57
Tabel 24.	Data PSI Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	61
Tabel 25.	Data Lendutan dan umur sisa perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	62
Tabel 26.	Karakteristik Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	63
Tabel 27.	Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA) Ruas Jatibarang-Lohbener	67
Tabel 28.	Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Jatibarang-Lohbener	69
Tabel 29.	Data PSI Ruas Jatibarang-Lohbener	69
Tabel 30.	Data Lendutan dan umur sisa perkerasan Ruas Jatibarang-Lohbener	70
Tabel 31.	Karakteristik Campuran Ruas Jatibarang-Lohbener	72
Tabel 32.	Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Dusun Babakan-Ciaul	75
Tabel 33.	Data LHR dan Kumulatif ESA Ruas Bandara- Pelabuhan	78
Tabel 34.	Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Bandara-Pelabuhan	79
Tabel 35.	Data PSI Ruas Bandara-Pelabuhan	79
Tabel 36.	Karakteristik Campuran ACWC Ruas Bandara-Pelabuhan	80



# DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Tipikal dan ilustrasi tegangan yang terjadi pada lapisan konstruksi perkerasan lentur	3
Gambar 2. Hubungan kondisi dan umur (masa layan) perkerasan	4
Gambar 3. Ilustrasi Pelaksanaan Teknologi CTRB ( <i>Cement Treated Recycling Base</i> )	7
Gambar 4. Ilustrasi proses pencampuran foamed bitumen di tempat ( <i>in place</i> )	8
Gambar 5. Ilustrasi Pelaksanaan Teknologi CM RFB ( <i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i> ) di tempat	8
Gambar 6. Skema Terbentuknya Foam Bitumen ( <i>Sumber: Wirtgen, 2004</i> )	9
Gambar 7. Ilustrasi bentuk agregat skeleton untuk tiga jenis campuran (AAPA, 2002).	10
Gambar 8. Perbandingan distribusi ukuran partikel agregat SMA, campuran gradasi terbuka dan gradasi rapat (AAPA, 2002)	11
Gambar 9. Gradasi Agregat <i>Porous Asphalt</i> dan SMA	13
Gambar 10. Hubungan antara kedalaman Alur Vs Binder Grade untuk Blend 3 (Brian D Prowell, 2000)	14
Gambar 11. Tipikal Struktur <i>Otta Seal Tipe Single</i> dan <i>Double Otta Seal</i>	15
Gambar 12. Tekstur <i>Single Otta Seal</i> Dengan dan Tanpa <i>Sand Covering</i>	15
Gambar 13. Gradasi Untuk <i>Single</i> ataupun <i>Double Otta Seal</i>	17
Gambar 14. Nilai IRI Untuk Berbagai Jenis/ Kondisi Perkerasan dan Kecepatan Normal	23
Gambar 15. Skema Lendutan Serta Fungsi Lengkungan	25
Gambar 16. Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Daur Ulang	28
Gambar 17. Data LHR Ruas Cirebon-Losari	29
Gambar 18. Data Kumulatif ESA (CESA) Ruas Cirebon-Losari	29
Gambar 19. Kuantitas Total Kerusakan Ruas Cirebon-Losari	31
Gambar 20. Nilai Ketidakrataan Ruas Cirebon-Losari	32
Gambar 21. Nilai PSI Ruas Cirebon-Losari	32
Gambar 22. Nilai Lendutan Ruas Cirebon-Losari	34

Gambar 23.	Nilai Umur Ssa Ruas Cirebon-Losari	35
Gambar 24.	Nilai Kepadatan Lapangan Ruas Cirebon-Losari	36
Gambar 25.	Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Cirebon-Losari	36
Gambar 26.	Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i>	39
Gambar 27.	Data LHR Ruas Jatibarang-Palimanan	40
Gambar 28.	Data Kumulatif ESA (CESA) Ruas Jatibarang-Palimanan	40
Gambar 29.	Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang	43
Gambar 30.	Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan	43
Gambar 31.	Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang	44
Gambar 32.	Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan	44
Gambar 33.	Nilai Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang	44
Gambar 34.	Nilai Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan	45
Gambar 35.	Nilai PSI Ruas Jatibarang-Palimanan	46
Gambar 36.	Nilai Lendutan Ruas Jatibarang-Palimanan	48
Gambar 37.	Nilai Umur Ssa Ruas Jatibarang-Palimanan	48
Gambar 38.	Nilai Kepadatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang	50
Gambar 39.	Nilai Kepadatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan	50
Gambar 40.	Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang	50
Gambar 41.	Nilai Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan	51
Gambar 42.	Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Campuran <i>Porous Asphalt</i>	55
Gambar 43.	Nilai LHR Ruas Jatibarang-Indramayu	56
Gambar 44.	Nilai Kumulatif ESA Ruas Jatibarang-Indramayu	56
Gambar 45.	Nilai Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	58
Gambar 46.	Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	58

Gambar 47.	Nilai Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	58
Gambar 48.	Nilai Permeabilitas Porous Asphalt Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	59
Gambar 49.	Nilai PSI Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	61
Gambar 50.	Nilai Lendutan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	62
Gambar 51.	Nilai Umur Sisa Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	63
Gambar 52.	Nilai Kepadatan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	64
Gambar 53.	Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu	64
Gambar 54.	Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Campuran Aspal Modifikasi	66
Gambar 55.	Nilai LHR Ruas Jatibarang-Lohbener	67
Gambar 56.	Nilai Kumulatif ESA Ruas Jatibarang-Lohbener	67
Gambar 57.	Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Lohbener	68
Gambar 58.	Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Lohbener	68
Gambar 59.	Nilai PSI Ruas Jatibarang-Lohbener	70
Gambar 60.	Nilai Lendutan Ruas Jatibarang-Lohbener	71
Gambar 61.	Nilai Umur Sisa Ruas Jatibarang-Lohbener	71
Gambar 62.	Nilai Kepadatan Lapangan Ruas Jatibarang-Lohebener	72
Gambar 63.	Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Lohebener	72
Gambar 64.	Lokasi Perkerasan dengan Teknologi <i>Otta Seal</i>	74
Gambar 65.	Kuantitas Total Kerusakan Ruas Dusun Babakan-Ciaul	75
Gambar 66.	Nilai Kekesatan Ruas Dusun Babakan-Ciaul	75
Gambar 67.	Nilai Kedalaman Tekstur Ruas Dusun Babakan-Ciaul	76
Gambar 68.	Lokasi perkerasan dengan Teknologi Bahan Lokal	77
Gambar 69.	Nilai LHR Ruas Bandara- Pelabuhan	78
Gambar 70.	Nilai Kumulatif ESA Ruas Bandara- Pelabuhan	78

# 1

## PENDAHULUAN

**K**inerja perkerasan lentur sangat tergantung pada banyak faktor, antara lain kekuatan struktural, sifat dan mutu material yang digunakan, beban lalu lintas, kondisi iklim dan pelaksanaannya di lapangan. Umumnya penggunaan bahan berkualitas tinggi sesuai spesifikasi diperlukan untuk konstruksi perkerasan baru maupun pemeliharaan perkerasan jalan.

Rehabilitasi dan pemeliharaan jalan membutuhkan biaya besar, waktu dan material yang banyak. Pemanfaatan kembali atau daur ulang material perkerasan untuk rehabilitasi dan pemeliharaan jalan memberikan banyak keuntungan dibandingkan metode konvensional (Nyoman Suaryana, 2008). Teknologi daur ulang dan teknologi jenis campuran menjadi alternatif yang menarik untuk rehabilitasi dan pemeliharaan jalan.

Lapis perkerasan SMA dan porous aspal sejak tahun delapan puluhan telah banyak dipergunakan diberbagai Negara karena mempunyai beberapa karakteristik lapisan yang dapat memberikan keuntungan bagi pengendara karena mempunyai tahan gelincir (*skid resistant*) yang cukup tinggi selain itu ketahanan (*durability*) terhadap temperatur tinggi dan beban kendaraan berat, oleh karena itu lapisan SMA dan porous aspal ini sangat sesuai bila dipergunakan pada daerah iklim tropis dengan curah hujan dan temperatur yang cukup tinggi. Khususnya campuran *porous asphalt* dapat mereduksi kebisingan suara akibat kendaraan dan lapisan *porous asphalt* dapat juga berfungsi sebagai drainase untuk lebih cepat mengalirkan air dipermukaan jalan. Teknologi campuran SMA dan *porous asphalt* memiliki ketahanan

terhadap deformasi cukup. Di samping itu, teknologi tersebut juga dapat mengeliminasi terjadinya *aqua planning*, terutama teknologi campuran porous *asphalt* (Iriansyah, 2010-a).

Banyak terjadi kerusakan jalan sebelum umurnya dipenuhi karena masalah mutu aspal sehingga aspal perlu dimodifikasi. Salah satu modifikasi aspal adalah dengan polimer, namun perlu diperhatikan mengingat dengan polimer ini, masih sering kali terjadi pemisahan antara aspal dan polimer (aspal tidak kompatibel). Pencegahannya adalah pada penyimpanan dan pengiriman perlu adanya pengadukan terus menerus untuk mencegah terjadinya pemisahan. Dengan membuat suatu campuran induk polimer tertentu, pengadukan dan pemanasan tersebut sudah tidak diperlukan lagi. Campuran induk polimer dibuat dengan bahan yang mudah diperoleh di pasaran dan mudah proses pencampuran dengan aspal, waktu relatif singkat dan temperatur tidak terlalu tinggi.

Pada tahun anggaran 2010, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan melakukan penelitian skala laboratorium dan lapangan pemanfaatan bahan lokal dan sub standar (batu karang dan pasir laut) dari Kabupaten Sumba Barat Daya, NTT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu karang dan pasir laut tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan jalan, baik untuk lapis fondasi jalan maupun untuk campuran beraspal panas dan dingin, khususnya untuk jalan bervolume lalu lintas ringan - sedang (Silvester Fransisko, 2011).

Salah satu teknologi jalan bervolume lalu lintas rendah yang banyak dipakai di negara-negara yang sedang berkembang seperti negara-negara Afrika adalah *Otta Seal*. Campuran *Otta Seal* ini terdiri atas *Single Otta Seal* dan *Double Otta Seal*. Campuran jenis ini selain lebih murah juga bisa dikerjakan secara swadaya masyarakat. Dari sisi teknis campuran *Otta Seal* mempunyai beberapa keuntungan antara lain gradasi yang digunakan cukup lebar sehingga bisa mengakomodasi bahan setempat, aspal yang digunakan bisa aspal cair ataupun emulsi sehingga bisa dicampur secara dingin. Selain itu peralatan yang dipakai bisa menggunakan peralatan manual dan sederhana (Bongsu Samosir, 2011).

Dalam pelaksanaannya, teknologi daur ulang dan jenis teknologi campuran beraspal khusus, dan bahan lokal ini harus memperhatikan lalu lintas dan lingkungan, karena jika terjadi kesalahan, akan menyebabkan kerusakan pada bahan perkerasan. Untuk mengetahui kinerja konstruksi perekerasan yang diuji coba dilapangan maka diperlukan monitoring dan evaluasi terhadap masing-masing teknologi bahan tersebut.

# 2

## TIPIKAL KONSTRUKSI DAN 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 tipikal konstruksi perkerasan lentur dan tegangan yang terjadi pada setiap lapisan seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tipikal dan ilustrasi tegangan yang terjadi pada lapisan konstruksi perkerasan lentur

Kinerja perkerasan pasti akan mengalami penurunan dan berdasarkan Asphalt Institute MS-16 (2009) penurunan kinerja perkerasan selain pengaruh bahan yang kurang baik maka ada beberapa faktor seperti:

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

Sesuai dengan bertambahnya umur, perkerasan akan mengalami penurunan kondisi sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan kondisi dan umur (masa layan) perkerasan

# 3

## JENIS BAHAN PADA KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: lapis fondasi bawah, lapis fondasi, dan lapis permukaan beraspal.

Lapis fondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis fondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan.

Lapis fondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan dan di atas lapis fondasi bawah. Bahan fondasi, antara lain dapat berupa bahan berbutir dari batu pecah atau agregat Kelas A, tanah distabilisasi dengan semen atau kapur, agregat baru atau agregat fondasi perkerasan lama distabilisasi semen dan lapis fondasi beraspal (*Asphalt Concrete Base, AC-Base*).

Lapis permukaan beraspal pada konstruksi perkerasan lentur dapat terdiri atas lapis antara dan lapis aus atau hanya lapis aus saja. Apabila digunakan dua lapisan maka lapis antara terletak di atas lapis fondasi dan di bawah lapis aus. Lapis antara terdiri atas campuran beraspal dengan ukuran agregat maksimum 25 mm, sedangkan lapis aus terdiri atas campuran beraspal dengan ukuran agregat maksimum (umumnya ukuran agregat maksimum 19,5 mm).



# 4

## TEKNOLOGI BAHAN JALAN YANG DI UJI COBA DI LAPANGAN

### 4.1. Umum

Tipe teknologi bahan perkerasan lentur yang telah dilakukan uji coba dilapangan adalah terdiri atas:

- Teknologi daur ulang (*Recycling*)
- Teknologi Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) dan *Porous Asphalt*
- Teknologi Campuran Beraspal Dengan Aspal Modifikasi
- Teknologi *Otta Seal*
- Teknologi Bahan Perkerasan dengan Pemanfaatan Bahan Lokal dan Sub Standar (Batu Karang dan Pasir Laut)

### 4.2. Teknologi Daur Ulang (*Recycling*)

Berdasarkan cara pencampurannya, teknologi daur ulang dibagi menjadi 2 (dua), yaitu:

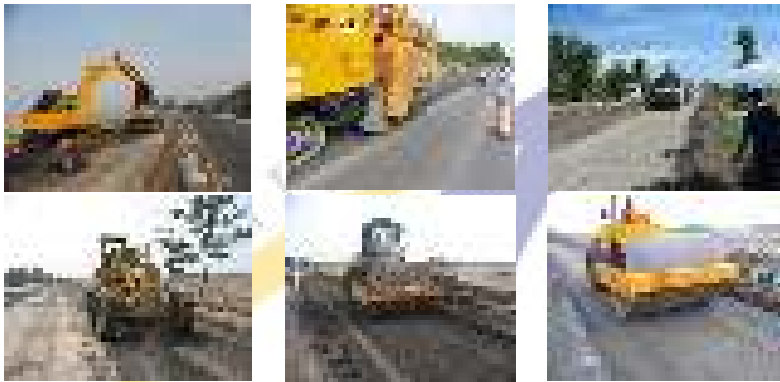
- a. Daur ulang campuran dingin (*cold recycling*) misal: CTRB (*Cement Treated Recycling Base*), CTRSB (*Cement Treated Recycling Sub Base*), campuran dengan pengikat aspal emulsi, campuran dengan pengikat aspalcair, *Foam Bitumen (CMRFB)*.

- b. Daur ulang campuran panas (*hot recycling*) misal: daur ulang bahan garukan yang dipanaskan kembali di AMP (*in plant*) atau pelaksanaan langsung di lapangan (*in place*).

Keuntungan daur ulang :

- Mengurangi penggunaan bahan baru (agregat dan aspal)
- Menghemat biaya konstruksi jalan
- Menghemat energi,
- Geometrik jalan dapat dipertahankan
- Melestarikan sumber alam.

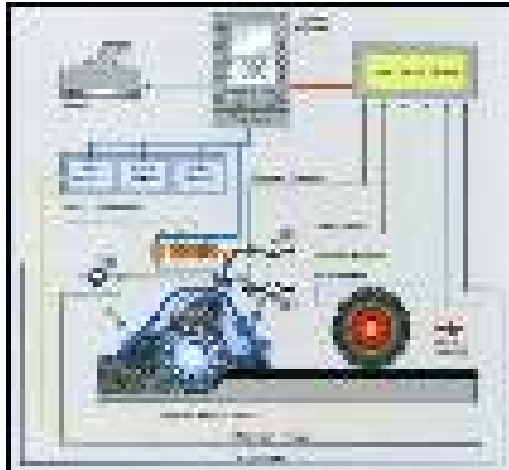
Kendala : Perlu peralatan yang memadai



Gambar 3. Ilustrasi Pelaksanaan Teknologi CTRB (*Cement Treated Recycling Base*)

Bahan hasil garukan dari perkerasan eksisting yang mengandung bahan pengikat adalah dikenal dengan istilah RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*), sedangkan untuk agregat tanpa bahan pengikat dikenal dengan istilah RAM (*Reclaimed Aggregate Material*).

Pencampuran dan penghamparan untuk teknologi daur ulang dapat dilaksanakan langsung di lapangan (*in situ*) dan dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat pencampur (*in plant*).



Gambar 4. Ilustrasi proses pencampuran foamed bitumen di tempat (*in place*)



Gambar 5. Ilustrasi Pelaksanaan Teknologi CMRFB (*Cold Mix Recycling Foam Bitumen*) di tempat

Teknologi CTRB dan CTRSB adalah teknologi daur ulang dengan cara menstabilisasi lapis fondasi dan lapis fondasi bawah dengan menggunakan semen. Teknologi ini dilaksanakan pada jalan aspal/agregat/kerikil yang perlu distabilisasi atau ditingkatkan daya dukungnya dengan menambahkan bahan tambah semen. Penambahan semen akan meningkatkan kekuatan struktural dari CTRB, maka

kekuatan CTRB akan bertambah sesuai dengan umur rencananya.

Daur ulang Campuran Beraspal Dingin dengan *Foam Bitumen* (CMRFB-Base) adalah campuran antara *Reclaimed Asphalt Pavements* (RAP) (70% - 100%), *Foam Bitumen* (2% - 3%), agregat baru (bila diperlukan) yang harus memenuhi persyaratan dan *filler* (semen atau *hydrate lime*) (1% - 1,5%), yang dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan dingin.

*Foam Bitumen* (busa aspal) terjadi ketika sejumlah air dingin yang didispersikan pada aspal panas dengan suatu tekanan udara yang menimbulkan bertambahnya luas permukaan dan menurunkan viskositas aspal. Busa aspal selanjutnya digunakan sebagai bahan pengikat bahan daur ulang. Proporsi air dingin sekitar 2% dari berat aspal dan temperatur aspal panas adalah sekitar 160 °C. Aspal ini berbentuk *foam* atau busa hanya dalam waktu yang singkat, sehingga harus segera dicampurkan dengan agregat yang akan dipergunakan. Skema terbentuknya *foam bitumen* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Skema Terbentuknya Foam Bitumen  
(Sumber: Wirtgen, 2004)

HMRA (*Hot Mix Recycling Asphalt*) atau daur ulang campuran beraspal panas adalah campuran antara RAP (*Reclaimed Asphalt Pavements*) dengan agregat yang dicampur pada Unit Pencampur Aspal (UPA). Setelah itu dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu.

Menurut Asphalt Institute MS-20, jika jumlah penggunaan RAP lebih besar dari 20% maka campuran beraspal dapat menggunakan aspal keras biasa yaitu aspal dengan penetrasi 60/70.

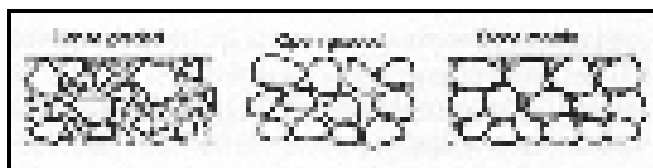
Menurut Spesifikasi Superpave, pemakaian HMRA tidak disarankan untuk lapis permukaan pada kategori lalulintas > 30.000.000 ESAL.

Persyaratan campuran beraspal dengan menggunakan bahan RAP lebih kecil dari 20 %, mengikuti ketentuan campuran beraspal konvensional.

Pemanasan agregat yang diperlukan untuk mencapai temperatur pencampuran yang diinginkan. Untuk menurunkan temperatur pencampuran dapat digunakan bahan aspal dengan penetrasi yang lebih tinggi. Sedangkan jika untuk meremajakan aspal pada RAP, dapat digunakan *recycling agent*.

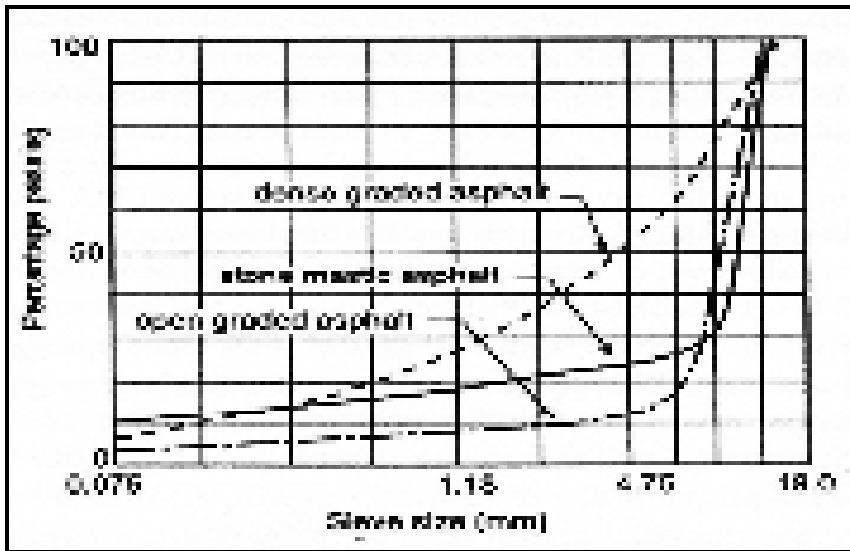
#### 4.3. Teknologi Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) dan *Porous Asphalt*

Campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) adalah jenis campuran yang memiliki bentuk gradasi agregat campuran yang bergradasi senjang (*gap graded*). Dimana prosentase agregat kasarnya adalah sekitar 70-80% sehingga agregat kasar ini membentuk kerangka (*skeleton*) yang dapat mendukung terhadap kinerja campuran yang cukup baik. Dengan gradasi seperti *Stone Mastic Asphalt* (SMA), maka perlu diupayakan pada pelaksanaan aspal yang digunakan tidak terjadi pengaliran. Untuk itu, pada campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) diperlukan bahan tambah serat selulosa atau penggunaan aspal modifikasi (seperti aspal polimer) atau bahan stabilisasi aspal *Talpac-Super* (TPS) adalah bahan stabilisasi jenis elastomer yang berbentuk seperti pellet untuk meningkatkan mutu aspal (seperti pada aspal pen 60/70)



Gambar 7. Ilustrasi bentuk agregat skeleton untuk tiga jenis campuran (AAPA, 2004).

Perbedaan antara butiran agregat atau gradasi campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) dengan Campuran Gradasi Terbuka dan Campuran Gradasi Rapat (AC) adalah diilustrasi pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan distribusi ukuran partikel agregat SMA, campuran gradasi terbuka dan gradasi rapat (AAPA, 2004).

Menurut Kandal P.S et al.(1998) menyebutkan bahwa campuran *Stone Mastic Asphalt* adalah jenis campuran yang memiliki ketahanan terhadap deformasi atau rutting yang cukup baik dan direkomendasikan untuk digunakan pada daerah persimpangan.

*Porous Asphalt* dapat digunakan dalam mengganti manajemen air hujan tradisional mengukur diberikan kondisi yang tepat. Keuntungan *Porous Asphalt* utama adalah:

- Mengurangi cipratan air dari kendaraan (*aquaplaning*)
- Mengurangi kebisingan
- Memiliki kekesatan tinggi dibandingkan dengan beton aspal yang umum digunakan.

Terdapat beberapa kendala dalam pelaksanaan teknologi *Porous*

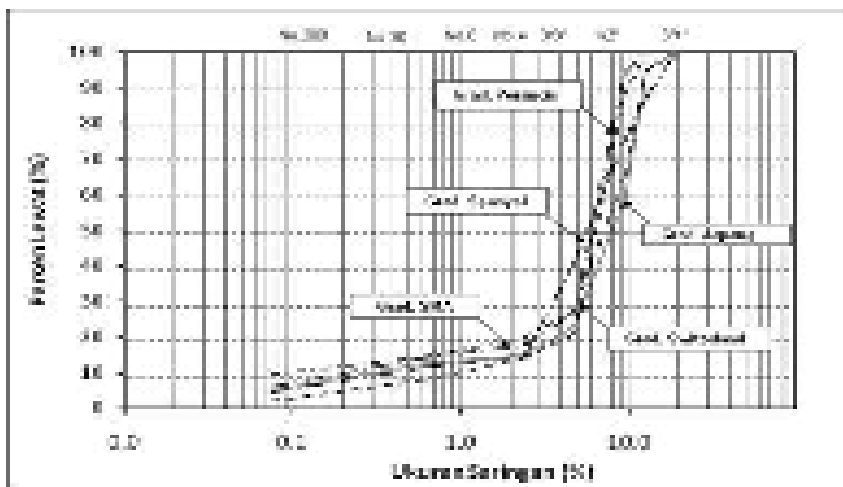
*Asphalt*, diantaranya adalah:

- Memerlukan pemeliharaan rutin untuk mengeluarkan kotoran pada rongga perkerasan
- Perlu ditempatkan diatas konstruksi perkerasan yang stabil dan diperlukan pengendalian erosi untuk mencegah penyumbatan (*clogging*).
- Sangat pentingnya pelaksanaan pengendalian mutu saat produksi dan pelaksanaan.
- Perbaikan permukaan perkerasan eksisting yang kurang optimal dapat menyebabkan kegagalan.

Gradasi agregat campuran *porous asphalt* yang dipergunakan di beberapa negara yang telah melakukan penelitian dan gradasi agregat SMA diambil dari *AASHTO Designation M325-08*, seperti ditunjukkan Tabel 1 dan Gambar 9.

Tabel 1. Gradasi agregat *porous asphalt* telah di uji di beberapa negara

Ukuran Ayakan		Gradasi agregat porous asphalt				SMA
		Jepang	Spanyol	Switzerland	Perancis	
ASTM	(mm)	Persen berat yang lolos				
3/4"	19	100	100			100
1/2"	12,7	90 -100	75 - 100	100	100	90 – 100
3/8"	9,50		60 - 90	88 - 100	88	50 - 80
1/4"	6,30			18 - 50	26	
No.4	4,75	11 - 35	32 - 50		21	20 -35
No.5	4,0				16	
No.6	3,15			12 - 28		
No.8	2,36	10 - 20	10 - 18		14	16 - 24
No.10	2.00				12	
No. 12	1,6			5 - 25		
No.30	0,59				8	
No.40	0.425				6	
No.50	0,600		6 - 12		4	
No.200	0,075	3 - 7	3 - 6	2 - 10	2	8 - 11
Rongga (VIM) %		>20	>20	15 - 20	21	-



Gambar 9. Gradasi agregat *porous asphalt* dan SMA

#### 4.4. Teknologi Campuran Beraspal Dengan Aspal Modifikasi

Aspal yang modifikasi disini adalah aspal polimer yang merupakan modifikasi aspal dari proses pencampuran antara aspal konvensional dengan bahan elastomer dengan menggunakan teknologi RET (*Reactive Elastomeric Terpolymer*), maka tidak ada pemisahan atau endapan antara aspal dengan polimer karena reaksi terjadi secara kimia

Modifikasi aspal dengan polimer dapat digunakan pada semua jenis aspal. Aspal modifikasi dengan polimer (PMB) dapat digunakan untuk memenuhi persyaratan tertentu dan untuk meningkatkan kinerja pelayanan. Berdasarkan AAPA (2004), pemilihan aspal modifikasi yang tepat dapat memberikan peningkatan efektif dalam hal sebagai berikut :

- Ketahanan alur
- Ketahanan kelelahan
- Ketahanan pelepasan butir agregat
- Ketahanan terhadap *stress* lalu lintas tinggi (mengubah gerakan) dan
- Peningkatan umur pelayanan

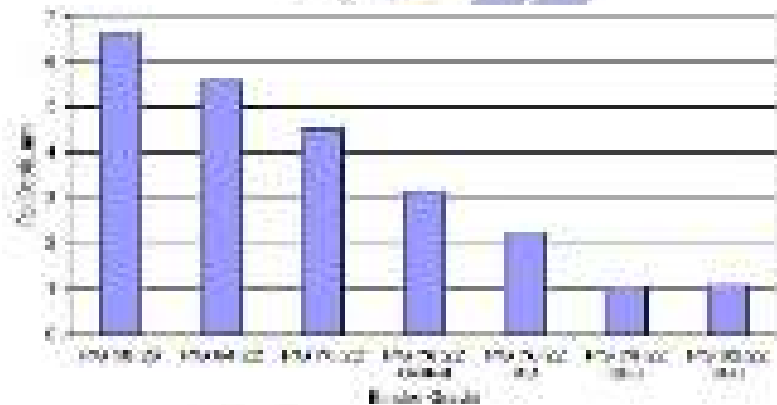


Perbaikan juga dapat diharapkan dalam:

- Kekakuan (mengurangi ketebalan lapisan, jenis polimer tertentu saja)
- Sensitivitas kelembaban

Aspal hanya salah satu bahan campuran beraspal, dan kinerja dari aspal modifikasi sebagai bahan pengikat akan tergantung juga pada komponen agregat dan perancangan campuran.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Brian D. Prowell et.al (2000) ditemukan bahwa untuk gradasi agregat dan kadar aspal yang sama tetapi menggunakan bahan pengikat aspal yang memiliki kekakuan bervariasi (adalah hal ini kelas aspal didasarkan pada kinerja atau *Performance Grade/ PG*) maka kualitas campuran dengan bahan pengikat yang mempunyai kekakuan tinggi (PG tinggi) lebih tahan terhadap deformasi/*rut depth*. Hasil penelitian tersebut ditunjukkan pada Gambar 10.

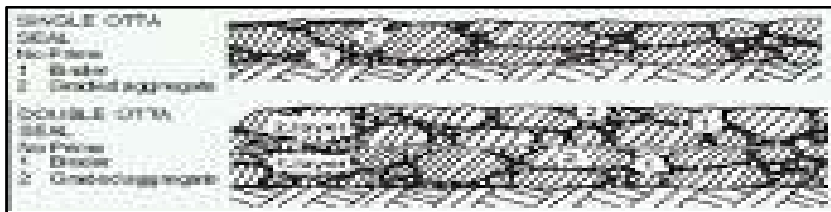


Gambar 10. Hubungan antara kedalaman Alur Vs *Binder Grade* untuk Blend 3 (Brian D Prowell et.al, 2000)

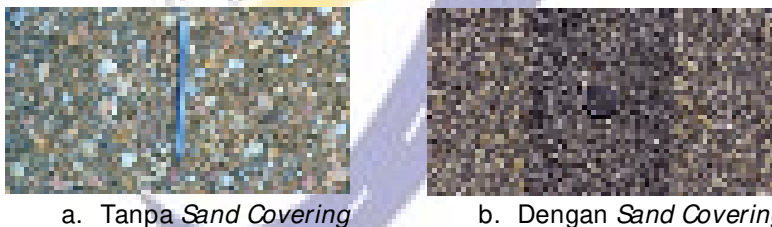
#### 4.5. Teknologi *Otta Seal*

Lapis *Otta Seal* adalah salah satu jenis '*seal*' (lapisan *non-structural*) yang dibuat dengan menggunakan agregat bergradasi dan aspal berviskositas rendah dengan kuantitas yang cukup banyak dan dipadatkan. Akibat proses pemadatan dan lalu lintas, aspal akan naik

ke atas dan mengikat agregat. Sehingga dengan demikian kekuatan pada *Otta seal* akan dihasilkan oleh kemampuan aspal untuk mengikat agregat dan *interlocking* antara agregat itu sendiri. Hal ini merupakan perbedaan utama antara *Otta Seal* dengan *Chip seal*, dimana kekuatan *Chip seal* hanya tergantung pada kemampuan aspal yang berviskositas tinggi untuk mengikat *chip* yang ditebar di atasnya. *Otta Seal* dapat dibuat dengan satu (*Single Otta Seal*, SOS) atau dua lapisan (*Double Otta Seal*, DOS) seperti disajikan pada Gambar 11. Pada Gambar 12 disajikan ilustrasi permukaan *Otta Seal* yang tanpa dan dengan penutup pasir.



Gambar 11. Tipikal Struktur *Otta Seal Tipe Single* dan *Double Otta Seal*



a. Tanpa *Sand Covering*

b. Dengan *Sand Covering*

Gambar 12. Tekstur *Single Otta Seal* Dengan dan Tanpa *Sand Covering*

*Otta Seal* dapat diletakan di atas hampir seluruh jenis fondasi ataupun di atas lapisan beraspal lama. Pemilihan gradasi untuk SOS atau DOS tergantung pada volume lalu lintas seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. *Otta seal* bergradasi rapat dengan lapis penutup pasir sangat cocok digunakan pada daerah-daerah yang bertempratur tinggi ataupun yang intensitas penyinaran mata hari yang tinggi. Untuk daerah-daerah yang cukup dingin, otta seal bergradasi terbuka atau semi rapat dapat juga digunakan. Gradasi agregat ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 13.

Dari sisi teknis lapisan *Otta Seal* mempunyai beberapa keuntungan antara lain gradasi yang digunakan cukup lebar sehingga bisa mengakomodasi bahan setempat, aspal yang digunakan bisa aspal cair (*cut back*) ataupun emulsi sehingga bisa dicampur secara dingin. Selain itu peralatan yang dipakai bisa menggunakan peralatan manual dengan teknologi sederhana dan dapat dikerjakan oleh swadaya masyarakat dengan tenaga tidak terampil.

Tabel 2. Pemilihan Gradasi Pada *Otta Seal*

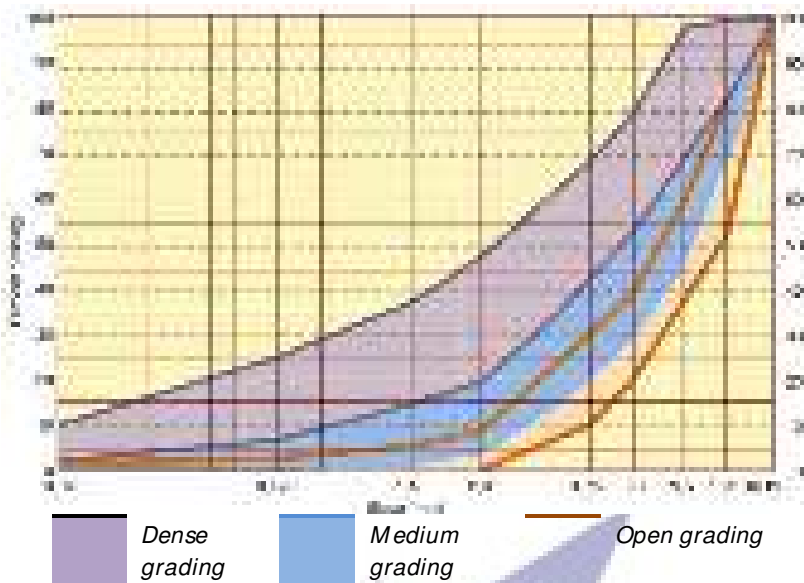
AADT (kend/ hari)	Jenis Gradasi
< 100	Terbuka ( <i>open</i> )
100 - 1000	Semi Rapat
>1000	Rapat

*Catatan : Untuk daerah tanjakan atau turunan sebaiknya gunakan otta seal bergradasi rapat*

*AADT (Average Annual Daily Traffic)*

Tabel 3. Gradasi agregat yang direkomendasikan untuk pelapisan *Otta Seal*

1. ALTERNATIF GRADING ENVELOPES			
Sieve sizes	Open grading	Medium grading	Dense grading
(mm)	(% passing)	(% passing)	(% passing)
19	100	100	100
16	80-100	84-100	93-100
13,2	52-82	68-94	84-100
9,5	36-58	44-73	70-98
6,7	20-40	29-54	54-80
4,75	10-30	19-42	44-70
2,00	0-8	3-18	20-48
1,18	0-5	1-14	15-38
0,426	0-2	0-6	7-25
0,075	0-1	0-2	3-10



Gambar 13. Gradasi Untuk *Single* ataupun *Double Otta Seal*

#### 4.6. Teknologi Bahan Perkerasan dengan Pemanfaatan Bahan Lokal dan Sub Standar (Batu Karang dan Pasir Laut)

Untuk daerah-daerah tertentu, ketersediaan bahan berkualitas tinggi sangat terbatas dan bahkan mungkin tidak ada, sehingga untuk membangun atau memelihara perkerasan jalan, harus mendatangkan bahan berkualitas dari tempat lain. Hal tersebut berdampak pada kebutuhan biaya yang sangat tinggi. Pemanfaatan bahan lokal seperti batu karang dan pasir laut merupakan salah satu solusi untuk mengatasi kendala kelangkaan bahan berkualitas tinggi.

Batu karang termasuk batuan sedimen atau endapan yang terdapat pada umumnya disekitar kepulauan dan pantai yang mempunyai temperatur air laut tinggi sepanjang tahun. Batu karang dapat berbentuk massif (batu gunung) hingga terumbu karang (*coral reef*).

Indonesia adalah negara kepulauan sehingga pasir laut banyak terhampar ditepi pantai dan pada lokasi-lokasi yang tidak mengganggu lingkungan pasir ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan jalan. Pasir laut

dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus pada campuran beraspal dengan tipikal persentase sampai dengan sekitar 37% (Silverter F, 2011). Beberapa penelitian laboratorium mengenai pemanfaatan bahan lokal batu karang dan pasir laut pernah dilakukan, antara lain:

- Penelitian potensi pemanfaatan batu karang Nusa Penida, Bali, sebagai bahan perkerasan jalan (I. Nyoman Widana Negara dan Tjokorde Gede Suwarsa Putra, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu karang Nusa Penida mempunyai potensi untuk digunakan sebagai bahan lapis fondasi bawah, fondasi maupun lapis beraspal. Sifat dan mutu batu karang dan dibandingkan dengan standar Bina Marga ditunjukkan pada Tabel 4.
- Penelitian potensi pemanfaatan pasir laut Tanjung Alang, Ambon, sebagai agregat halus untuk campuran HRS (Laswar Gombilo Bitu dan Muhammad Kalman, 1992). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir laut Tanjung Alang, Ambon, pada komposisi campuran pasir laut 30 % - 35 % dan kadar aspal 7,5 %, pasir laut tersebut layak untuk digunakan sebagai agregat halus pada campuran HRS.

Tabel 4. Karakteristik Batu Karang Nusa Penida

No	Karakteristik	Jenis Agregat				Spesifikasi Bina Marga (2008)
		Kasar	Sedang	Halus	Abu Batu	
1.	Abrasi, (%)	27,3				< 40
2.	Berat Jenis	2,48	2,39	2,38	2,49	> 2,5
3.	Penyerapan, (%)	1,77	2,65	2,69	2,51	≤ 3
4.	Sand Equivalent, (%)			72,3		≥ 50
5.	Soundness, (%)	5,9				≤ 12
6.	Kadar Lempung, (%)	0,37	0,64			-
7.	Kelekatan Agregat terhadap Aspal, (%)	98	98			≥ 95

- Deposit batu karang di daerah Tambolaka-Sumba Barat Daya (NTT) cukup banyak dan belum dimanfaatkan untuk bahan campuran beraspal. *Quarry* atau perbukitan yang terdiri dari batu karang/ batu kapur di daerah ini tersebar di beberapa lokasi, terletak pada jarak yang relatif dekat dengan kota Tambolaka. Saat ini telah dilakukan penambangan terhadap material ini melalui pemecahan

atau pengambilan langsung sesuai peruntukannya. Batuan sungai juga terdapat pada daerah ini namun dengan jarak sekitar 30-40 km dari Tambolaka-Sumba Barat Daya (NTT).

- Pasir laut di pantai Ketewel sudah banyak distok oleh penduduk dengan volume yang relatif cukup banyak dan digundukkan di sepanjang pantai. Penduduk menyetok pasir ini dengan mengambil pasir yang terdapat di pinggir pantai. Pasir tersebut terhampar di pantai setelah terbawa ombak waktu laut pasang. Hasil uji analisis kimia batu karang, batu sungai dan pasir laut dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisa kimia menunjukkan bahwa batuan jenis batu karang dan pasir laut yang dominan adalah unsur kimia CaO (Calsium Okside), sedangkan batu kali unsur yang dominan adalah Silicone dioxide ( $\text{SiO}_2$ ). Walaupun nilainya relatif kecil batu kali dan batu karang mengandung NaCl sebesar 0,10%.
- Berdasarkan hasil penelitian Djoko Widayat (2010) menunjukkan bahwa batu karang yang berada di darat (batu gamping) dan pasir laut yang berada di Sumba Barat Daya, NTT, dapat dimanfaatkan sebagai bahan jalan, baik lapis fondasi maupun untuk campuran beraspal panas dan dingin khususnya untuk lalu lintas ringan- sedang.

Tabel 5. Hasil analisis kimia batu karang dan pasir laut Tambolaka, NTT

Parameter		Kode contoh			
		Pasir pantai Ketewel (langsung)	Pasir pantai Ketewel (stock pile)	Batu hitam, (batu kali) AMP	Batu karang, AMP
Silicone dioxide ( $\text{SiO}_2$ )	%	0,65	0,59	56,21	1,08
Aluminium trioxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	%	0,73	0,73	15,77	1,07
Iron trioxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	%	0,11	0,00	7,96	0,11
Calcium Oxide (CaO)	%	50,52	51,84	6,78	53,84
Magnesium Oxide (MgO)	%	2,75	1,98	2,04	0,28
Sodium Oxide ( $\text{Na}_2\text{O}$ )	%	0,80	0,57	4,67	0,08
Potassium Oxide ( $\text{K}_2\text{O}$ )	%	0,06	0,04	1,50	0,07
Phosphoric ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	%	0,01	0,00	0,14	0,03
Phosphoric ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) <sub>CAS</sub>	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Stotal	%	0,16	0,25	0,14	0,28
NaCl	%	0,36	0,10	0,10	0,10
H <sub>2</sub> O	%	0,43	0,33	0,73	0,21

# 5

## METODE ANALISIS KINERJA PERKERASAN

Secara umum tuntutan yang harus dipenuhi perkerasan jalan adalah segi kenyamanan bagi pengguna jasa juga dari segi kestabilan dan keawetan perkerasan. Penilaian kinerja perkerasan dapat dilakukan berdasarkan kriteria fungsional dan struktural.

### 5.1. Kinerja Berdasarkan Kriteria Fungsional

#### a. *Present Serviceability Index (PSI)*

*Present Serviceability Index (PSI)* berdasarkan pada konsep hubungan antara opini penilaian pengguna jalan dengan hasil pengukuran ketidakrataan (*roughness*), kerusakan retak, tambalan, dan kedalaman alur.

PSI diformulasikan dari penilaian terhadap kelompok ruas perkerasan yang dinilai oleh suatu grup penilai yang menilai dari atas kendaraan dan memberi nilai berdasarkan skala antara 0 sampai 5 yang mengindikasikan nilai sangat jelek – sangat bagus.

Hal ini kemudian dikembangkan pada *AASHTO Road Test* yang mengkorelasikan penilaian secara subjektif dan penilaian objektif dengan pengukuran ketidakrataan (*roughness*), kerusakan retak, tambalan, dan kedalaman alur pada perkerasan lentur yang dinyatakan dalam bentuk Persamaan 1.

$$PSI = 5,03 - 1,9 \log (1+SV) - 0,01 (C+P)^{0,5} - 1,38 (RD)^2$$

Keterangan:

PSI = *Present Serviceability Index*

SV = *Slope variance dari alat Slope profilemeter*

C = Panjang retak (ft) setiap luas 1000 ft<sup>2</sup> (90m<sup>2</sup>)

P = Luas tambahan (ft<sup>2</sup>) per 1000 ft<sup>2</sup>

RD = Kedalaman alur (in) dari mistar sepanjang 4 foot

Kemudian persamaan ini dikembangkan dengan variasi penggunaan alat pengukur *roughness* sehingga konstanta persamaan regresi berubah. Dari hasil kajian yang dilakukan oleh Djoko Widajat et al. (1990) didapat Persamaan seperti disajikan di bawah ini.

$$PSI \text{ modifikasi} = 4,78 - 0,4974IRI^{1,0593} - 0,004(C+P)^{0,5} - 0,26(RD)^2$$

Keterangan:

PSI = *Present Serviceability Index*

IRI = *International Roughness Index* (m/ km)

C = Panjang retak (ft) setiap luas 1000 ft<sup>2</sup> (90 m<sup>2</sup>)

P = Luas tambalan (ft<sup>2</sup>) per 1000 ft<sup>2</sup>

RD = Kedalaman alur (in) dari mistar sepanjang 4 foot

Berdasarkan nilai PSI, kondisi perkerasan fungsional dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Kondisi Jalan Berdasarkan PSI (AASHTO, 1993)

PSI	Kondisi
4-5	Sangat baik
3-4	Baik
2-3 (2,5 lalu lintas tinggi; 2,0 lalu lintas rendah)	Cukup
1-2	Jelek
0-1	Sangat jelek

Pada saat perkerasan dibuka struktur perkerasan mempunyai nilai PSI besar yang berarti nilai kerataan masih baik dan kerusakan belum terjadi. Besarnya nilai PSI menurun dengan terjadinya kerusakan akibat beban kendaraan.



Penilaian kondisi visual (PCS) dan pengujian kerataan/alur dengan mistar (*straight-edge*) 3,00 meter pada setiap interval jarak 10 meter. Pengujian ini dimaksudkan untuk mencatat jenis-jenis kerusakan yang mungkin terjadi dan mengukur kedalaman alur pada bagian jejak roda luar dan dalam masing - masing lajur jalan.

Menurut Permen PU No. 13/PRT/M/2011 tentang tata cara pemeliharaan dan penilikan jalan mengenai penilaian kondisi terhadap prosentase batasan kerusakan (persen terhadap luas lapis perkerasan permukaan) serta bentuk penanganan pemeliharaan jalan, seperti disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal

Kondisi Jalan	Prosentase Batasan Kerusakan ( Persen terhadap Luas Lapis Perkerasan Permukaan)	Program Penanganan
Baik	<6%	Pemeliharaan Rutin
Sedang	6%-11%	Pemeliharaan Rutin/ Berkala
Rusak Ringan	11%-15%	Pemeliharaan Rehabilitas
Rusak Berat	>15%	Rekonstruksi/Peningkatan Struktur

b. Ketidakrataan (*roughness*)

Ketidakrataan merupakan gambaran profil memanjang perkerasan, pada jalan raya ketidakrataan merupakan ekspresi kenyamanan berkendara. Pengaruh dari ketidakrataan permukaan perkerasan dapat menimbulkan guncangan akibat profil memanjang yang tidak rata, bahkan akan membahayakan keselamatan pengguna jalan.

Nilai kuantitatif dari ketidakrataan dapat dinyatakan dalam berbagai satuan, tiap institusi yang membuat/ mengembangkan alat ukur ketidakrataan dan mempunyai satuan ketidakrataan yang berbeda-beda.

Nilai IRI dikembangkan oleh Sayers et al. (1986) untuk berbagai umur perkerasan dan kecepatan. Nilai IRI untuk berbagai

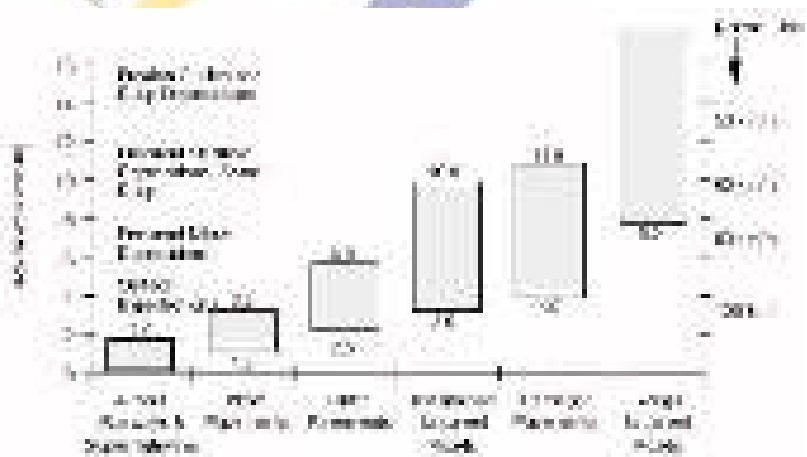
jenis/kondisi perkerasan dan kecepatan normal menurut Sayers et al. (1986) ditunjukkan pada Gambar 14.

Berkaitan dengan program pemeliharaan perkerasan jalan yang berlaku untuk jalan nasional dan propinsi yang berlaku di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum atau yang dikenal dengan *Integrated Road Management System* (IRMS), besaran ketidakrataan perkerasan dibagi menjadi 3 (tiga) kriteria sebagai berikut:

- $IRI \leq 6 \text{ m/km}$  : permukaan perkerasan masih relatif baik
- $6 \text{ m/km} > IRI < 12 \text{ m/km}$  : permukaan perkerasan perlu di beri lapis perata (*leveling*)
- $IRI > 12 \text{ m/km}$  : permukaan perkerasan perlu rehabilitasi (*overlay*)

c. Kekesatan dan Kedalaman Tekstur Permukaan

Survai kekesatan dimaksudkan untuk mengetahui gambaran tingkat pelayanan perkerasan dalam kaitannya dengan keselamatan pengguna jalan pada saat melewati perkerasan (makin besar nilai kekesatan, makin aman terhadap terjadinya gelincir). Survai kekesatan menggunakan alat *British Pendulum Tester* (BPT).



Gambar 14. Nilai IRI Untuk Berbagai Jenis/Kondisi Perkerasan dan Kecepatan Normal (Sayers et al. 1986)

Permukaan memiliki kekesatan cukup bila tahanan gesek antara ban dan permukaan jalan tersedia cukup dan permukaan tidak licin sehingga pada kondisi kering atau basah tidak mengakibatkan ban yang halus mudah selip. Permukaan perkerasan yang basah lebih berbahaya bagi kendaraan dengan permukaan ban halus daripada kondisi permukaan kering. Nilai tahanan gesek minimum yang disarankan (kondisi basah) disajikan pada Tabel 8.

Tata cara pemeriksaan ini meliputi penentuan kedalaman tekstur rata-rata dari permukaan perkerasan dengan menggunakan pasir untuk mendapatkan volume dari rongga-rongganya. Metode ini cocok untuk mengukur permukaan dengan kedalaman tekstur rata-rata lebih besar dari 0,45 mm (garis tengah lingkaran pasir kurang dari 350 mm). Prosedur standar pemeriksaan untuk mengukur tekstur dengan metode lingkaran pasir (*sand patch*). Nilai kedalaman tekstur permukaan yang disarankan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Nilai Kekesatan Minimum yang Disarankan (TRRL, 1969)

Kategori	Tipe Lokasi	Angka Kekesatan
A	Lokasi-lokasi yang sulit, seperti: 1. Bunderan 2. Tikungan dengan radius kurang dari 150 m pada jalan bebas hambatan 3. Kemiringan 1:2 atau lebih curam, dengan panjang > 100 m 4. Pendekatan untuk daerah lampu lalu lintas pada jalan yang terbatas	65
B	Jalan utama/cepat, menerus dan jalan kelas 1 dan jalan lalu lintas berat di perkotaan ( > 2000 kendaraan per hari )	55
C	Lokasi lainnya	45

Tabel 9. Nilai Kedalaman Tekstur Permukaan yang Disarankan (TRRL, 1969)

Kedalaman Tekstur Permukaan Rata-Rata (mm)	Klasifikasi Tekstur Permukaan
<0,25	Tekstur halus
0,25 – 0,50	Tekstur sedang
>0,50	Tekstur terbuka

## 5.2. Kinerja Berdasarkan Kriteria Struktural

Evaluasi kekuatan struktur perkerasan dilakukan dengan memperkirakan umur sisa perkerasan berdasarkan data lendutan dan data lalu lintas. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan struktural perkerasan adalah mengacu terhadap *4<sup>th</sup> International Conference on Managing Pavements 1998 (ICMPA4)*, seperti pada persamaan di bawah ini:

$$\text{Umur sisa} = \text{Min} [ (0,207 \times \text{deflection})^{-9,8} , (0,29 \times \text{curvature})^{-4,7} ]$$

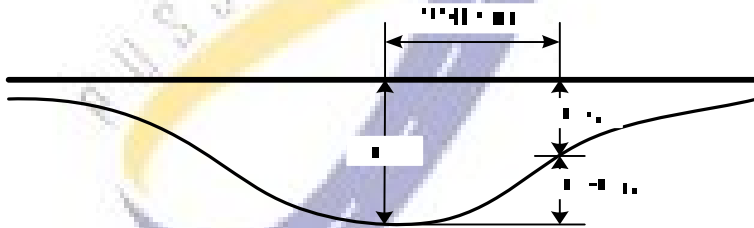
Keterangan :

Umur sisa = Umur Sisa Jalan (CESA)

Deflection = Lendutan maksimum pada pusat pusat beban,  $d_0$  (mm)

curvature = Fungsi lengkungan, selisih antara lendutan pada pusat beban dengan lendutan sejarak 200 mm dari pusat beban,  $d_0 - d_{200}$  (mm)

Pada Gambar dibawah ini ditunjukkan skema cekung lendutan serta fungsi lengkungan.



Gambar 15. Skema Lendutan Serta Fungsi Lengkingan

# 6

## METODE ANALISIS KINERJA PERKERASAN

**P**elaksanaan kegiatan monitoring dan evaluasi pada teknologi perkerasan hasil uji coba lapangan yang telah dilaksanakan Tahun Anggaran 2008 sampai dengan Tahun Anggaran 2011 di Pusat Litbang Jalan dan Jembatan maupun Bina Marga.

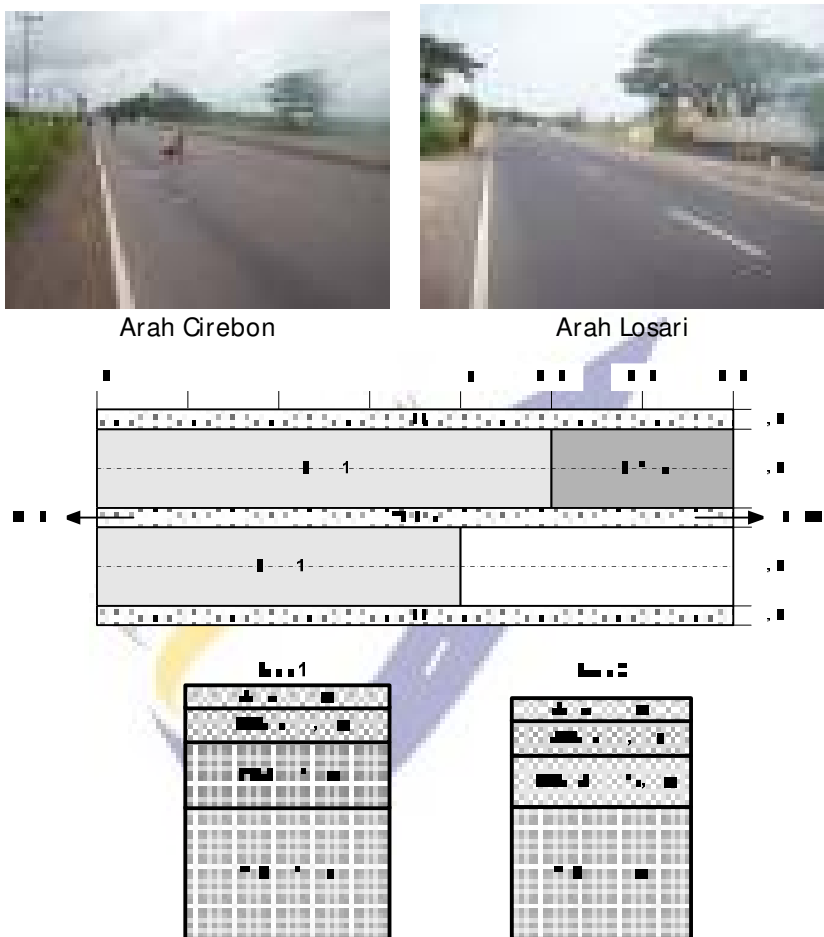
### 6.1. Lokasi Monitoring

Lokasi monitoring dan evaluasi adalah ruas jalan yang menggunakan teknologi perkerasan lentur khususnya teknologi jenis campuran yang menggunakan daur ulang, *split mastic asphalt* (SMA), *porous asphalt*, aspal modifikasi, *Otta Seal* dan bahan lokal dari hasil uji coba Pusat Litbang Jalan dan proyek Bina Marga di beberapa ruas jalan di Indonesia, seperti disajikan pada Tabel 10.



### Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Daur Ulang (*Recycling*)

Monitoring teknologi perkerasan lentur menggunakan teknologi daur ulang (*recycling*) diwakilkan pada ruas Cirebon-Losari dengan tahun pelaksanaan 2008, seperti disajikan pada Gambar 16.



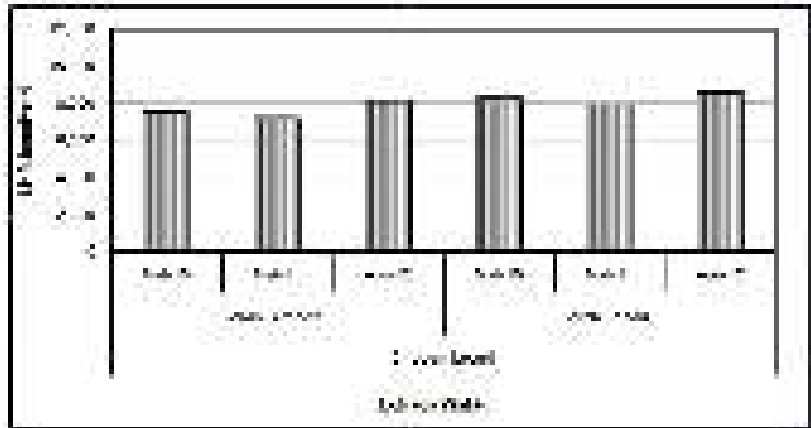
Gambar 16. Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Daur ulang

#### 1) Survey Lalu Lintas

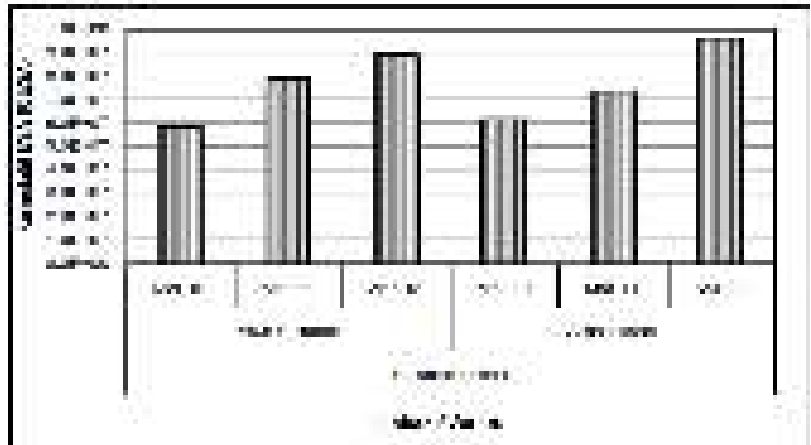
Hasil survey lalu lintas ruas Cirebon-Losari sampai dengan pemantauan bulan April 2012, seperti disajikan pada Tabel 11, Gambar 17 dan Gambar 18.

Tabel 11. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA) Ruas Cirebon-Losari

Waktu Survey	LHR (Kendaraan/hari)		Kumulatif ESA (CESA)	
	Arah Cirebon	Arah Losari	Arah Cirebon	Arah Losari
Mei-10	7.557	8.227	58.121.378	61.692.851
Mei-11	7.218	7.902	78.688.617	73.385.433
Apr-12	8.083	8.554	88.954.768	96.364.214



Gambar 17. Data LHR Ruas Cirebon-Losari



Gambar 18. Data Kumulatif ESA (CESA) Ruas Cirebon-Losari



## 2) Kondisi Permukaan Perkerasan

Kondisi permukaan perkerasan pada ruas ini menampilkan nilai kuantitas total kerusakan dan nilai ketidakrataan, seperti disajikan pada Tabel 12, Gambar 19 dan Gambar 20.

Tabel 12. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Cirebon-Losari

Ruas	Kuantitas Total Kerusakan				Ketidakrataan, IRI (m/km)					
	Lambat		Cepat		Lambat			Cepat		
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	Maks	Min	Rata2	Maks	Min	Rata2
Arah Cirebon										
Seksi 1 : KM. 26+500 - KM. 28+500										
Mei-09	1,29	0,02	2,00	0,03	3,97	3,07	3,45	4,13	3,07	3,57
Apr-10	0,20	0,00	89,00	1,20	4,40	2,61	3,03	6,06	2,90	3,66
Apr-11	9,10	0,13	89,10	1,31	-	-	-	-	-	-
Apr-12	30,16	0,44	111,50	1,63	3,99	2,87	3,20	7,76	2,98	4,21
Okt-12	42,00	0,62	344,02	5,04	-	-	-	-	-	-
Arah Losari										
Seksi 1 dan 2 : KM. 26+500 - KM. 30+000										
Mei-09 <sup>1)</sup>	1,00	0,01	25,41	0,20	4,13	3,07	3,46	4,15	2,72	3,36
Apr-10 <sup>1)</sup>	0,00	0,00	79,00	0,61	3,98	2,65	3,05	5,52	2,65	3,43
Seksi 1 : KM. 26+500 - KM. 29+000										
Apr-11	35,04	0,40	184,10	2,10	-	-	-	-	-	-
Apr-12	90,57	1,04	137,50	1,57	4,64	2,74	3,13	9,60	2,84	4,06
Okt-12	114,00	1,30	292,00	3,34	-	-	-	-	-	-
Seksi 2 : KM. 29+000 - KM. 30+000										
Apr-11	17,00	0,86	15,00	0,76	-	-	-	-	-	-
Apr-12	91,00	4,60	47,20	2,38	3,90	2,95	3,26	4,48	2,95	3,71
Okt-12	111,00	5,61	110,00	5,56	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Catatan : Untuk bulan Mei-09 dan Apr-10 pada arah Losari data kondisi permukaan perkerasan gabungan seksi 1 dan seksi 2.

### a) Lapisan Campuran AC WC, HM RA BC dan CM RFB (Tipe 1)

Kondisi perkerasan tipe 1 sampai dengan Oktober 2012 masih baik serta masih cukup nyaman, hal ini ditunjukkan dengan:

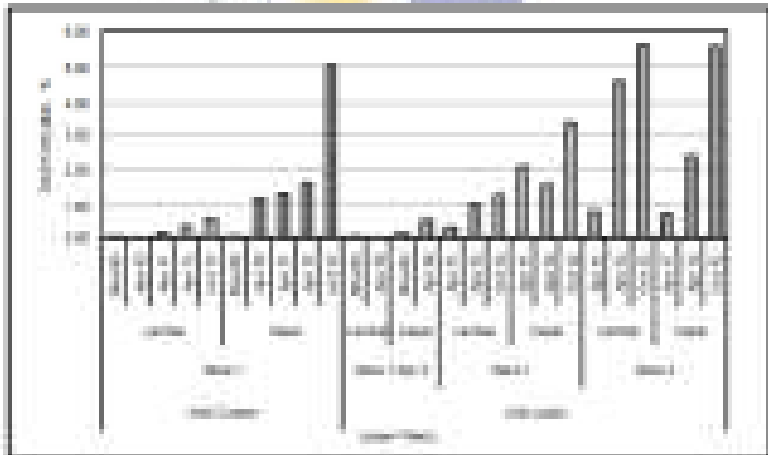
- Kuantitas total kerusakan yang terjadi untuk arah Cirebon dan Losari baik untuk lajur lambat maupun lajur cepat memiliki nilai kuantitas total kerusakan dibawah 6%. Jenis kerusakan yang ada adalah retak, tambalan, lubang dan deformasi plastis.

- Nilai ketidakrataan rata-rata untuk arah Cirebon dan Losari baik untuk lajur lambat dan cepat dengan nilai IRI dibawah 6 m/km, meskipun masih ditemukan ada beberapa titik pengujian yang memiliki nilai ketidakrataan yang lebih besar dari 6 m/km.

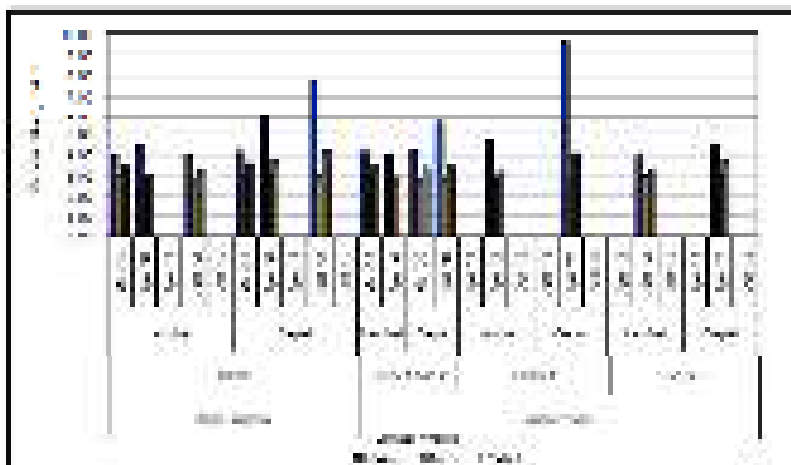
b) Lapisan Campuran AC WC, HMRA BC dan HMRA Base (Tipe 2)

Kondisi perkerasan tipe 2 sampai dengan Oktober 2012 masih baik serta masih cukup nyaman, hal ini ditunjukkan dengan:

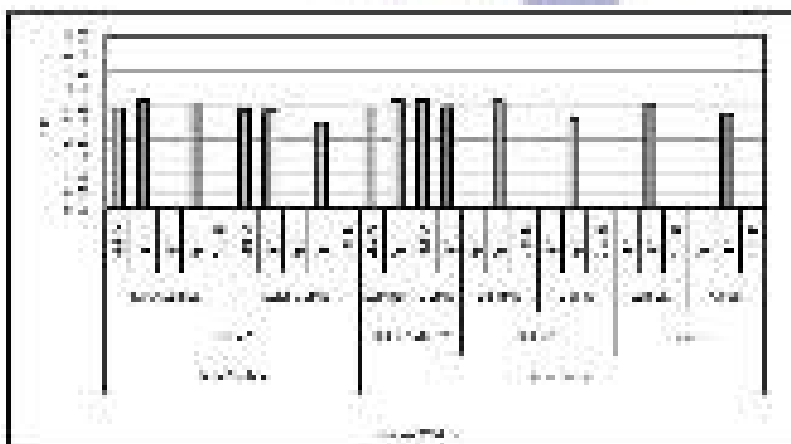
- Kuantitas total kerusakan yang terjadi untuk lajur lambat dan cepat memiliki nilai kuantitas total kerusakan dibawah 6%. Adapun jenis kerusakan yang ada adalah retak, tambalan dan deformasi plastis.
- Nilai ketidakrataan sampai dengan April 2012, untuk lajur lambat dan cepat masih baik dan cukup nyaman dengan nilai IRI dibawah 6 m/km.



Gambar 19. Kuantitas Total Kerusakan Ruas Cirebon-Losari



Gambar 20. Nilai Ketidakrataan Ruas Cirebon-Losari



Gambar 21. Nilai PSI Ruas Cirebon-Losari

### 3) Indeks Permukaan (*Present Serviceability Index*, PSI)

Berdasarkan data nilai ketidakrataan, kerusakan dan kedalaman alur yang terjadi maka diperoleh nilai indeks permukaan atau yang dikenal dengan istilah *Present Serviceability Index* (PSI). Nilai PSI untuk masing-masing ruas jalan dihitung berdasarkan metoda Djoko Widajat et al. (1990), dimana hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 13 dan Gambar 21.

Pada Tabel 13 dan Gambar 21, kondisi perkerasan jalan berdasarkan nilai PSI sampai dengan April 2012, lajur lambat masih lebih baik dari lajur cepat, baik untuk seksi 1 (konstruksi perkerasan tipe 1) maupun seksi 2 (konstruksi perkerasan tipe 2).

Tabel 13. Data PSI Ruas Cirebon-Losari

Waktu Survey	PSI					
	Arah Cirebon		Arah Losari			
	Lajur Lambat	Lajur Cepat	Lajur Lambat	Lajur Cepat		
	Seksi 1		Seksi 1 dan 2			
Mei-09 <sup>1)</sup>	2,93	2,87	2,93	3,16		
Apr-10 <sup>1)</sup>	3,17	2,82	3,16	2,95		
Waktu Survey	Lajur Lambat	Lajur Cepat	Lajur Lambat	Lajur Cepat	Lajur Lambat	Lajur Cepat
	Seksi 1		Seksi 1	Seksi 2		
Apr-11	-	-	-	-	-	-
Apr-12	3,07	2,49	3,11	2,57	3,02	2,76
Okt-12	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Catatan : Untuk bulan Mei-09 dan Apr-10 pada arah Losari data PSI gabungan seksi 1 dan seksi 2.

#### 4) Kekuatan Struktur Perkerasan

Berdasarkan hasil pengujian lendutan dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*, diperoleh nilai lendutan dan umur sisa yang mencerminkan kekuatan struktur perkerasan, seperti disajikan pada Tabel 14, Gambar 22 dan Gambar 23.

##### a) Lapisan Campuran AC WC, HMRA BC dan CM RFB (Tipe 1)

Berdasarkan hasil pengujian sampai dengan April 2012, nilai lendutan untuk arah Cirebon pada lajur lambat dan cepat adalah 0,19 mm dan 0,16 mm, sedangkan untuk arah Losari pada lajur lambat dan cepat adalah 0,21 mm dan 0,20 mm. Umur sisa rata-rata untuk Seksi 1 ini adalah di bawah 3 tahun untuk arah Cirebon maupun Losari baik untuk lajur lambat atau cepat.

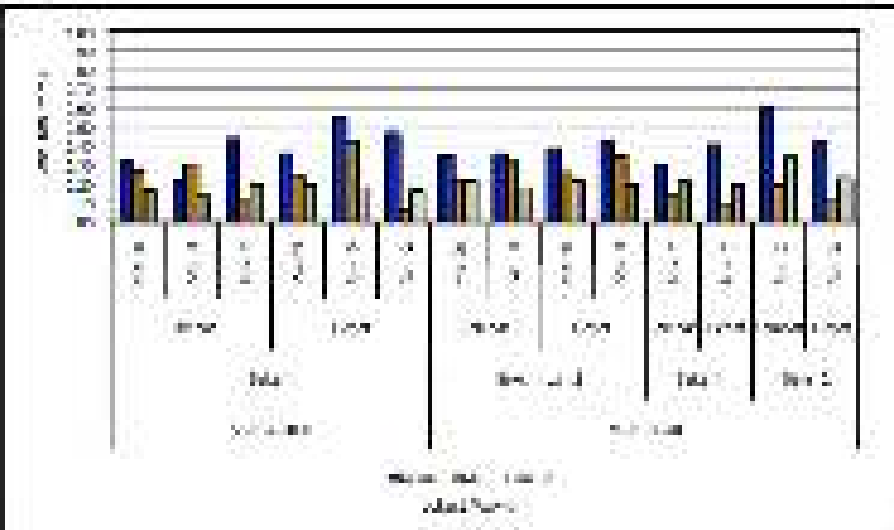
##### b) Lapisan Campuran AC WC, HMRA BC dan HMRA Base (Tipe 2)

Berdasarkan hasil pengujian sampai dengan April 2012, nilai lendutan untuk arah Losari pada lajur lambat dan cepat adalah 0,34 mm dan 0,23 mm. Umur sisa rata-rata untuk Seksi 2 adalah di bawah 3 tahun baik untuk lajur lambat maupun cepat.

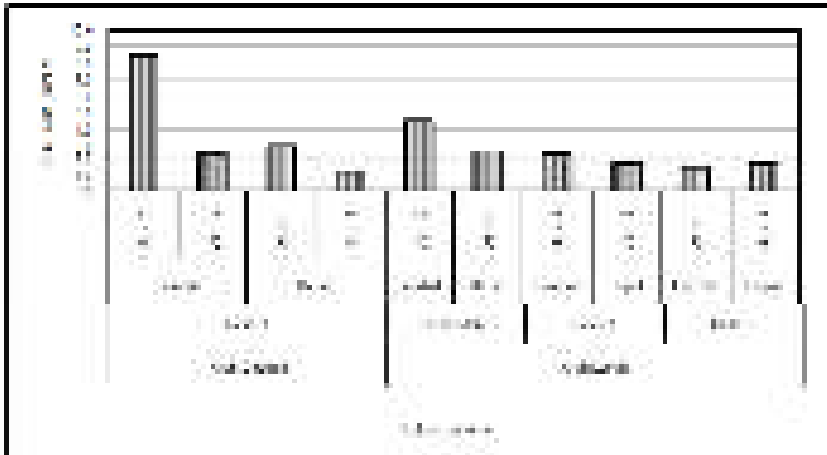
Tabel 14. Data Lendutan dan Umur Sisa Perkerasan Ruas Cirebon-Losari

Ruas/ Waktu Survey	Lajur lambat					Lajur cepat				
	Lendutan, mm			Umur Sisa		Lendutan, mm			Umur Sisa	
	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( x 10 <sup>6</sup> )	Thn	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( x 10 <sup>6</sup> )	Thn
Arah Cirebon										
Seksi 1 : KM. 26+500 - KM. 28+500										
Mei-09 <sup>*)</sup>	0,32	0,27	0,17	-	-	0,36	0,26	0,20	-	-
Apr-10 <sup>*)</sup>	0,22	0,30	0,13	75,4	8,5	0,55	0,43	0,18	22,3	3,0
Apr-12	0,44	0,11	0,19	36,7	2,3	0,46	0,07	0,16	18,4	1,2
Arah Losari										
Seksi 1 dan 2: KM. 26+500 - KM. 30+000										
Mei-09 <sup>*)</sup>	0,35	0,22	0,21	-	-	0,38	0,26	0,21	-	-
Apr-10 <sup>*)</sup>	0,36	0,31	0,18	30,5	4,5	0,42	0,35	0,20	15,9	2,5
Seksi 1 : KM. 26+500 - KM. 29+000										
Apr-12	0,30	0,13	0,21	36,1	2,2	0,41	0,10	0,20	31,7	2,0
Seksi 2 : KM. 29+000 - KM. 30+000										
Apr-12	0,60	0,20	0,34	23,3	1,4	0,42	0,11	0,23	27,2	1,7

\*)Catatan : Untuk bulan Mei-09 dan Apr-10 pada arah Losari data lendutan dan umur sisa perkerasan gabungan seksi 1 dan seksi 2.



Gambar 22. Nilai Lendutan Ruas Cirebon-Losari



Gambar 23. Nilai Umur Sisa Ruas Cirebon-Losari

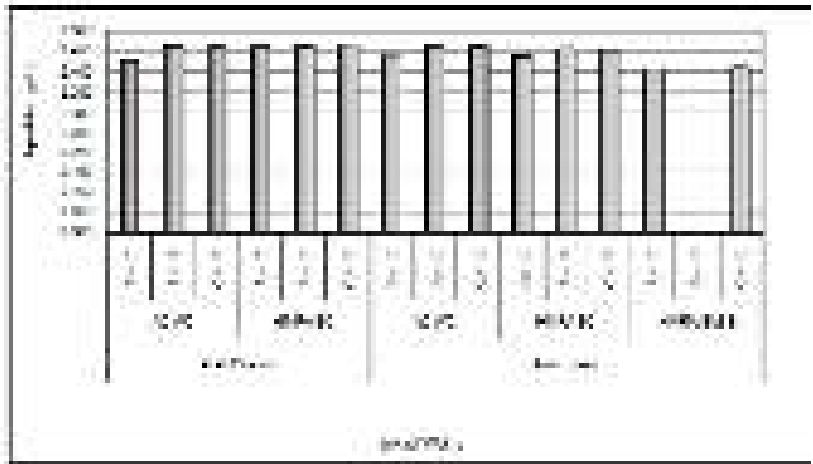
##### 5) Karakteristik Campuran

Berdasarkan hasil pengambilan contoh di lapangan dan pengujian yang dilakukan di laboratorium, diperoleh data karakteristik campuran berupa nilai kepadatan lapangan dan nilai rongga dalam campuran sampai dengan Oktober 2012, seperti disajikan pada Tabel 15, Gambar 24 dan Gambar 25.

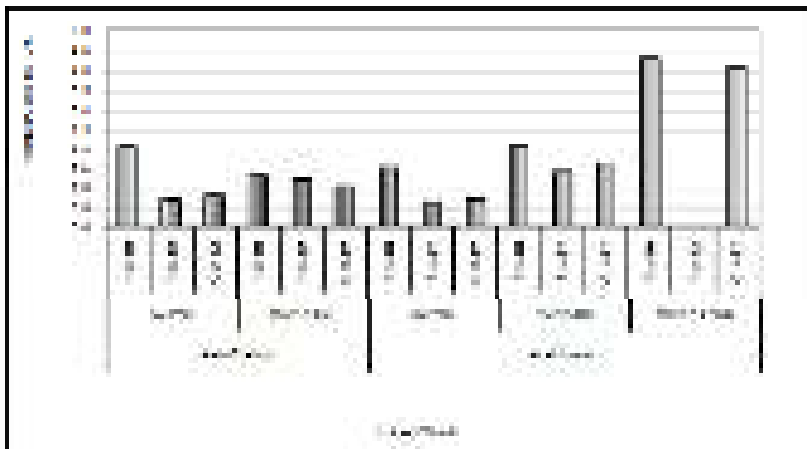
Tabel 15. Karakteristik Campuran Ruas Cirebon-Losari

Jenis Campuran/Waktu Survey	Karakteristik Campuran			
	Kepadatan (gr/cc)		Rongga dalam campuran (%)	
	Arah Cirebon	Arah Losari	Arah Cirebon	Arah Losari
ACWC				
Apr-10	2,427	2,440	2,1	1,5
Apr-12	2,461	2,463	0,7	0,6
Okt-12	2,460	2,462	0,7	0,6
HMRA BC				
Apr-10	2,459	2,439	1,3	2,1
Apr-12	2,462	2,455	1,2	1,4
Okt-12	2,467	2,450	1,0	1,6
HMRA BASE				
Apr-10	-	2,406	-	4,3
Apr-12	-	-	-	-
Okt-12	-	2,409	-	4,1

Campuran AC WC, HMRA BC dan HMRA Base mengalami kenaikan nilai kepadatan lapangan dan penurunan nilai rongga dalam campuran. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa sejalanannya dengan umur perkerasan jalan atau sangat dipengaruhi oleh lalu lintas yang melewati. Pada Tabel 4.6 terlihat bahwa penurunan rongga dalam campuran lapis permukaan (ACWC) lebih besar dibandingkan dengan rongga dalam campuran lapis antara (Binder, BC) dan lapis fondasi (Base).



Gambar 24. Nilai Kepadatan Lapangan Ruas Cirebon-Losari



Gambar 25. Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Cirebon-Losari

Berdasarkan data di atas diperoleh bahwa perkerasan dengan teknologi *recycling* pada ruas Cirebon-Losari yang dilaksanakan pada tahun pelaksanaan 2008 dan sampai dengan April 2012 masih memiliki umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 4 tahun.

a) Konstruksi perkerasan dengan lapisan AC WC, HMRA BC dan CM RFB

- Kondisi fungsional perkerasan pada seksi 1 (konstruksi perkerasan tipe 1) dari masing-masing arah dan masing-masing lajur masih dalam kondisi baik (kerusakan < 6%). Apabila membandingkan antara kondisi antara lajur maka untuk lajur lambat mempunyai kinerja perkerasan lebih baik dari pada lajur cepat. Nilai ketidakrataan rata-rata untuk arah Cirebon dan Losari baik untuk lajur lambat maupun lajur cepat cukup baik atau masih nyaman dengan nilai IRI di bawah 6 m/km. Berdasarkan nilai PSI untuk Seksi 1 ini adalah berkisar antara 2,49 sampai 3,1.
- Kekuatan struktural perkerasan dari masing-masing arah dan lajur masih memiliki umur sisa sekitar 1,2 tahun sampai 2,3 tahun.
- Memperhatikan karakteristik campuran yang diwakili dengan nilai rongga dalam campuran maka rendahnya prediksi umur sisa perkerasan dan rendahnya nilai PSI sejalan semakin rendahnya karakteristik campuran atau semakin rendahnya rongga dalam campuran AC-WC dan HMRA-BC. Tendensi kerusakan yang kemungkinan terjadi adalah diawali dengan terjadinya deformasi plastis.

b) Konstruksi perkerasan dengan lapisan AC WC, HMRA BC dan HMRA Base

- Kondisi fungsional perkerasan pada seksi 2 (konstruksi perkerasan tipe 2) dari masing-masing arah dan masing-masing lajur masih dalam kondisi baik (kerusakan < 6%). Nilai ketidakrataan sampai dengan April 2012, untuk lajur lambat dan cepat masih baik dan cukup nyaman dengan nilai IRI dibawah 6 m/km. Berdasarkan nilai PSI untuk Seksi 2 ini adalah berkisar antara 2,76 sampai 3,0.



- Kekuatan struktural perkerasan dari masing-masing lajur masih memiliki umur sisa sekitar 1,4 tahun sampai 1,7 tahun.
- Memperhatikan karakteristik campuran yang diwakili dengan nilai rongga dalam campuran maka rendahnya prediksi umur sisa perkerasan dan rendahnya nilai PSI sejalan semakin rendahnya karakteristik campuran atau semakin rendahnya rongga dalam campuran AC-WC dan HMRA-BC. Tendensi kerusakan yang kemungkinan terjadi adalah diawali dengan terjadinya deformasi plastis.

Kinerja perkerasan campuran beraspal yang menggunakan teknologi daur ulang walau sudah memiliki umur layan jalan kurang lebih 4 tahun dan di lokasi ruas jalan yang melayani lalu lintas berat, namun secara umum masih menunjukkan kondisi fungsional permukaan jalan masih cukup baik. Disamping itu, kondisi strukturalnya untuk Seksi 1 masih memiliki umur sisa antara 1,2 tahun sampai 2,3 tahun dan untuk Seksi 2 memiliki umur sisa antara 1,4 tahun sampai 1,7 tahun. Kedua seksi ini secara perencanaan sudah mendekati akhir umur rencana.

## 6.2. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA)

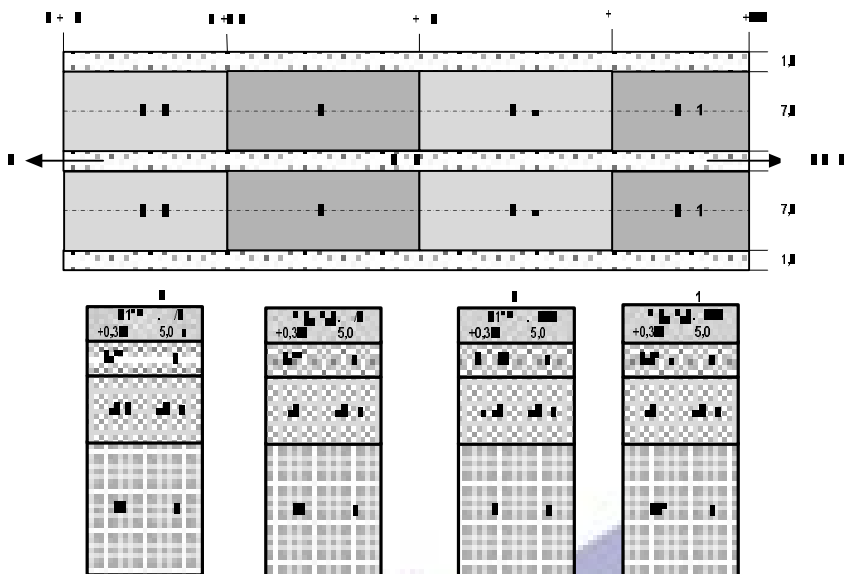
Hasil monitoring terhadap teknologi perkerasan lentur yang menggunakan teknologi jenis campuran *split mastic asphalt* (SMA) diwakilkan pada ruas Jatibarang-Palimanan Km. 29+350 - Km. 30+600 dengan tahun pelaksanaan 2010 dan pemantauan sampai dengan April 2012, seperti disajikan pada Gambar 26.



Arah Jatibarang



Arah Palimanan



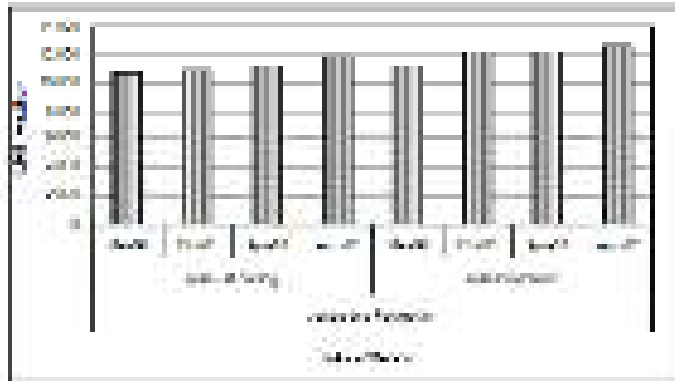
Gambar 26. Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Campuran  
*Split Mastic Asphalt*

#### 1) Survey Lalu Lintas

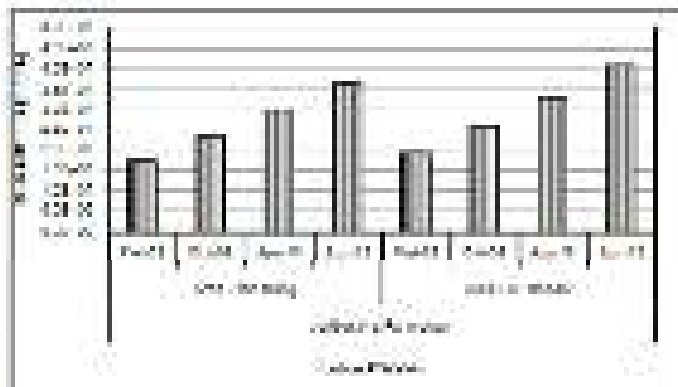
Hasil survey lalu lintas ruas Jatibarang-Palimanan sampai dengan pemantauan bulan April 2012, seperti disajikan pada Tabel 16, Gambar 27 dan Gambar 28.

Tabel 16. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA)  
Ruas Jatibarang-Palimanan

Waktu Survey	LHR (Kendaraan/hari)		Kumulatif ESA (CESA)	
	Arah Jatibarang	Arah Palimanan	Arah Jatibarang	Arah Palimanan
Mei-08	10.756	11.214	17.273.160	19.207.366
Okt-09	10.904	12.239	23.497.518	26.128.712
Apr-10	11.171	12.215	29.970.850	33.326.913
Apr-12	11.937	12.648	36.703.115	40.813.041



Gambar 27. Data LHR Ruas Jatibarang-Palimanan



Gambar 28. Data Kumulatif ESA (CESA)  
Ruas Jatibarang-Palimanan

## 2) Kondisi Permukaan Perkerasan

Kondisi permukaan perkerasan pada ruas ini menampilkan nilai kondisi perkerasan, ketidakrataan dan kekesatan menggunakan alat *British Pendulum Tester* (BPT) sampai dengan April 2012, seperti disajikan pada Tabel 17, Gambar 29, Gambar 30, Gambar 31, Gambar 32, Gambar 33 dan Gambar 34.

- a) Lapisan campuran SMA 3/4" aspal starbit + 0,3% cellulosa
  - Kuantitas total kerusakan pada ruas segmen ini masih dibawah 6% artinya kondisi jalan masih baik, kecuali arah Jatibarang pada lajur cepat mempunyai kondisi jalan rusak ringan dengan nilai luas kerusakan antara 11 - 15%. Jenis

kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas dan deformasi plastis.

- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km.
- Nilai kekesatan rata-rata masih di atas 55, nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik, masih cukup kesat dan cukup nyaman bagi pengguna jalan.

b) Lapisan campuran SMA 1" aspal starbit + 0,3% cellulosa

- Kuantitas total kerusakan pada ruas segmen ini masih dibawah 6% artinya kondisi jalan masih baik. Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis.
- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik.
- Nilai kekesatan rata-rata masih di bawah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih kurang cukup kesat.

c) Lapisan campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 8% TPS

- Kuantitas total kerusakan pada ruas segmen ini masih dibawah 6%, kecuali pada segmen arah Jatibarang pada lajur cepat mempunyai nilai luas kerusakan antara 6 - 11%. Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis.
- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik.
- Nilai kekesatan rata-rata di bawah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih memiliki nilai kekesatan sedang.

d) Lapisan campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS

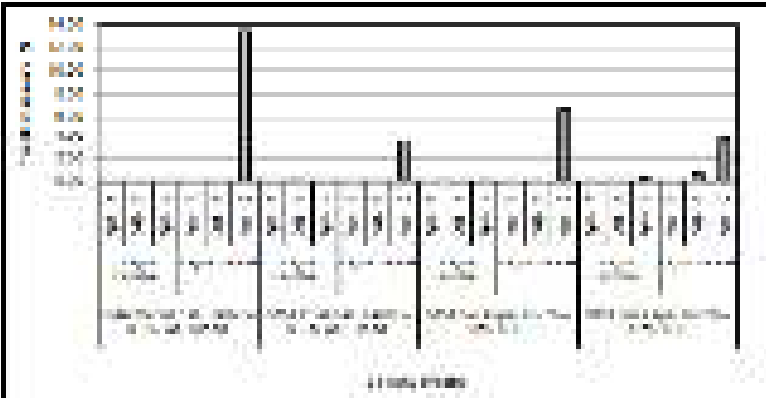
- Kuantitas total kerusakan pada ruas segmen ini masih dibawah 6% artinya kondisi jalan masih baik, kecuali arah Jatibarang pada lajur lambat mempunyai kondisi jalan rusak sedang dengan nilai luas kerusakan antara 6 - 11%. Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis.

- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik, kecuali untuk arah Jatibarang lajur lambat memiliki nilai ketidakrataan rata-rata 6,75 m/km.
- Nilai kekesatan rata-rata adalah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih cukup kesat.

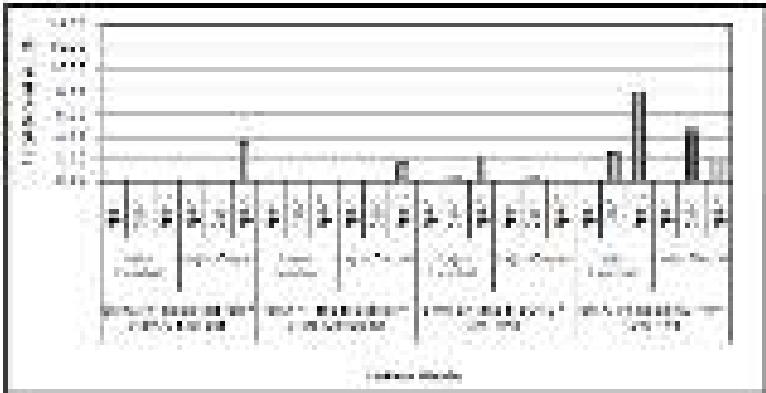
Tabel 17. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan

Ruas	Kuantitas Total Kerusakan				Ketidakrataaan, IRI (m/km)						Kekesatan	
	Lambat		Cepat		Lambat			Cepat			Lambat	Cepat
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	Maks	Min	Rata2	Maks	Min	Rata2		
Lapis campuran SMA 3/ 4" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa (Sta 29+350 s/d Sta 29+600)												
1. Arah Jatibarang												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	55
Okt-11	0,00	0,00	0,00	0,00	3,27	2,85	3,02	2,91	2,33	2,63	54	55
Apr-12	0,50	0,06	117,5	13,43	4,33	3,04	3,53	3,42	3,26	3,32	54	55
2. Arah Palimanan												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	55
Okt-11	1,00	0,11	0,00	0,00	3,36	2,81	3,09	2,85	2,56	2,74	55	54
Apr-12	0,00	0,00	30,00	3,43	5,53	2,89	3,83	5,28	2,65	3,61	57	56
Lapis campuran SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa (Sta 29+600 s/d Sta 29+900)												
1. Arah Jatibarang												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53
Okt-11	0,00	0,00	0,00	0,00	3,25	3,09	3,19	3,55	2,55	3,15	52	51
Apr-12	1,62	0,15	45,50	4,33	3,46	3,02	3,27	3,90	3,15	3,49	51	52
2. Arah Palimanan												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	53
Okt-11	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	2,68	2,93	3,20	2,74	3,02	52	52
Apr-12	1,10	0,10	17,5	1,67	4,00	3,47	3,76	6,12	3,57	4,43	55	53
Lapisan campuran SMA 3/ 4" aspal 60/ 70 + 8% TPS (Sta 29+900 s/d Sta 30+300)												
1. Arah Jatibarang												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	54
Okt-11	0,00	0,00	0,00	0,00	3,93	2,74	3,25	3,31	2,62	3,01	52	52
Apr-12	32,25	2,30	93,00	6,64	4,42	3,29	3,94	7,73	2,81	4,66	54	52
2. Arah Palimanan												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	54
Okt-11	3,00	0,21	3,00	0,21	4,01	2,72	3,50	4,34	2,56	3,36	52	52
Apr-12	1,10	0,08	1,00	0,07	5,25	3,17	4,11	5,25	3,11	3,84	54	52
Lapisan campuran SMA 3/ 4" aspal 60/ 70 + 12% TPS (Sta 30+300 s/d Sta 30+600)												

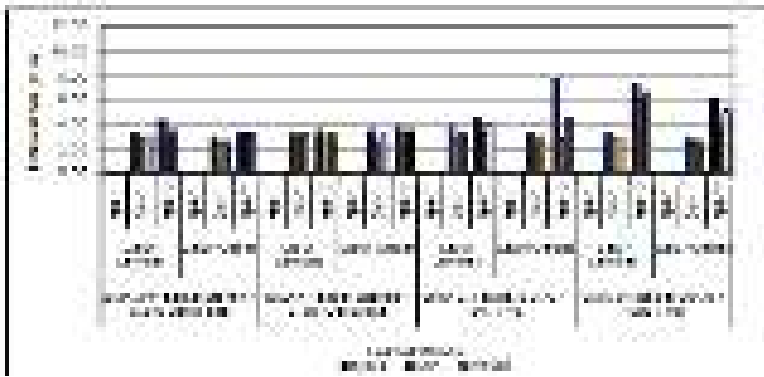
Ruas	Kuantitas Total Kerusakan				Ketidakrataan, IRI (m/km)						Kekesatan	
	Lambat		Cepat		Lambat			Cepat			Lambat	Cepat
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	Maks	Min	Rata2	Maks	Min	Rata2		
1. Arah Jatibarang												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	55
Okt-11	0,00	0,00	6,50	0,62	3,20	2,79	3,02	2,96	2,44	2,70	51	55
Apr-12	83,15	7,92	38,00	3,62	7,29	6,02	6,75	6,11	3,90	5,24	53	55
2. Arah Palimanan												
Apr-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	54
Okt-11	27,50	2,62	49,0	4,67	6,18	4,26	5,17	3,64	3,01	3,37	53	52
Apr-12	1,80	0,17	24,00	2,29	4,07	2,96	3,46	4,56	2,6	3,43	55	55



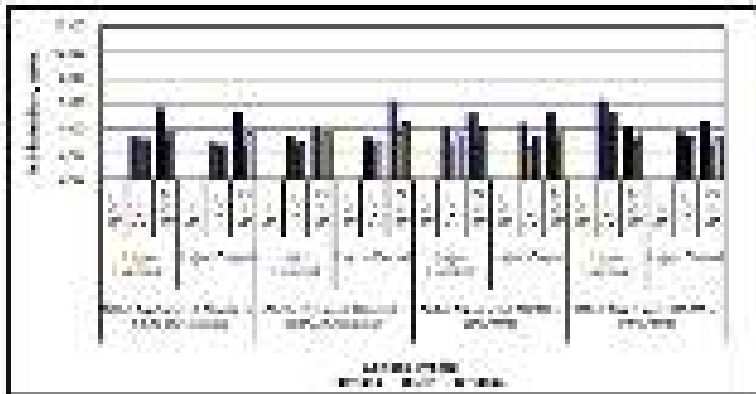
Gambar 29. Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang



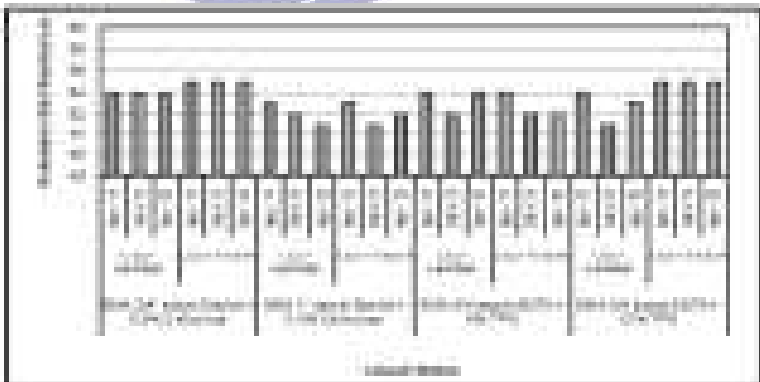
Gambar 30. Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan



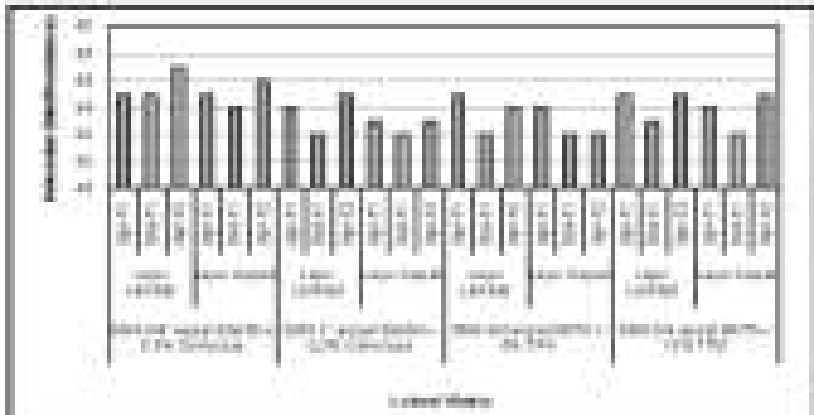
Gambar 31. Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Palimanan  
Arah Jatibarang



Gambar 32. Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Palimanan  
Arah Palimanan



Gambar 33. Nilai Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang



Gambar 34. Nilai Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan

### 3) Indeks Permukaan (Present Serviceability Index, PSI)

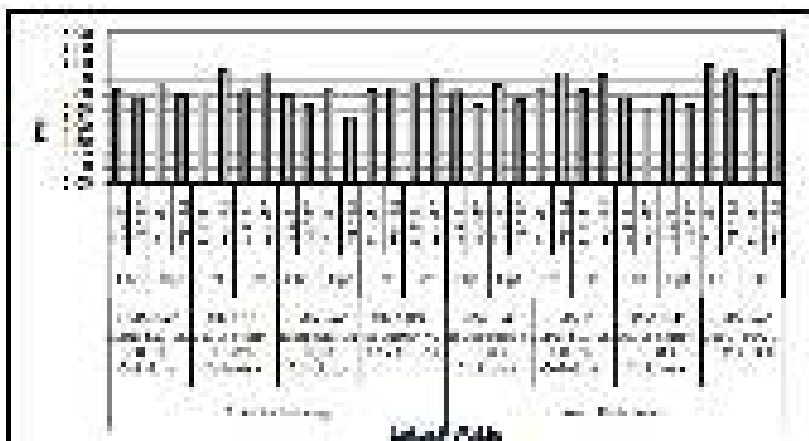
Berdasarkan pemantauan sampai dengan April 2012, dimana hasil perhitungan PSI disajikan pada Tabel 18 dan Gambar 35.

Berdasarkan Nilai PSI untuk keempat segmen yang menggunakan teknologi jenis campuran *split mastic asphalt*, kondisi jalan masih cukup baik dengan nilai PSI antara 2,0 sampai dengan 3,0 baik untuk arah Jatibarang maupun Palimanan.

Tabel 18. Data PSI Ruas Jatibarang-Palimanan

Lokasi / Waktu	PSI			
	Arah Jatibarang		Arah Palimanan	
	Lajur Lambat	Lajur Cepat	Lajur Lambat	Lajur Cepat
Lapis campuran SMA 3/4" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa (Sta 29+350 s/d Sta 29+600)				
Okt-11	3,17	3,39	3,11	3,33
Apr-12	2,86	2,99	2,71	2,84
Lapis campuran SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa (Sta 29+600 s/d Sta 29+900)				
Okt-11	3,08	3,10	3,22	3,17
Apr-12	3,79	3,71	3,71	3,61
Lapisan campuran SMA 3/4" aspal 60/70 + 8% TPS (Sta 29+900 s/d Sta 30+300)				
Okt-11	3,04	3,18	2,90	2,98
Apr-12	2,65	2,24	2,54	2,71
Lapisan campuran SMA 3/4" aspal 60/70 + 12% TPS (Sta 30+300 s/d Sta 30+600)				
Okt-11	3,17	3,36	3,93	2,96
Apr-12	3,22	3,50	3,76	3,79





Gambar 35. Nilai PSI Ruas Jatibarang-Palimanan

#### 4) Kekuatan Struktur Perkerasan

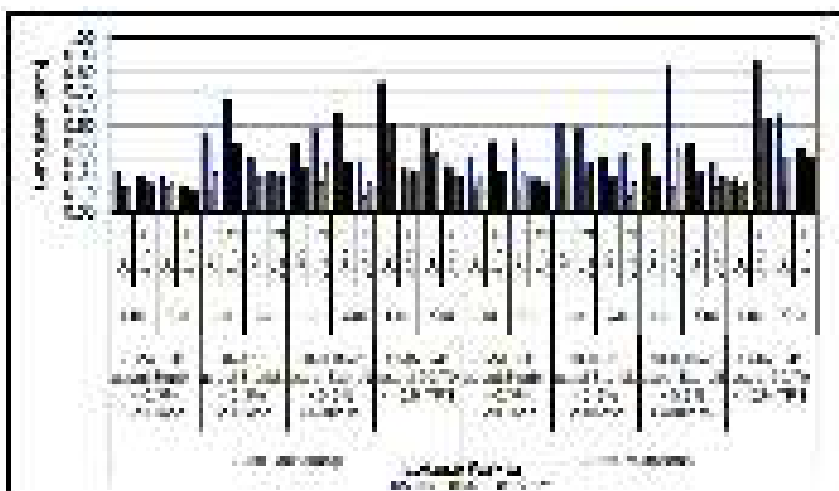
Berdasarkan hasil pengujian lendutan dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)* sampai dengan April 2012, maka untuk teknologi perkerasan lentur yang menggunakan teknologi jenis campuran *split mastic asphalt* diperoleh nilai lendutan dan umur sisa yang mencerminkan kekuatan struktur perkerasan, seperti disajikan pada Tabel 19, Gambar 36. dan Gambar 37.

- Lapisan campuran SMA 3/4" aspal starbit + 0,3% cellulosa  
Nilai lendutan untuk segmen ini diperoleh 0,11 mm sampai dengan 0,41 mm dan memiliki umur sisa berkisar antara 2,0 sampai 4,0 tahun untuk 2 (dua) arah lajur lambat dan cepat.
- Lapisan campuran SMA 1" aspal starbit + 0,3% cellulosa  
Nilai lendutan untuk segmen ini diperoleh 0,09 mm sampai dengan 0,66 mm dan memiliki umur sisa berkisar antara 2,0 sampai 5,0 tahun untuk 2 (dua) arah lajur lambat dan cepat.
- Lapisan campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 8% TPS  
Nilai lendutan untuk segmen ini diperoleh 0,09 mm sampai dengan 0,85 mm dan memiliki umur sisa berkisar antara 1,0 sampai 3,0 tahun untuk 2 (dua) arah lajur lambat dan cepat.
- Lapisan campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS

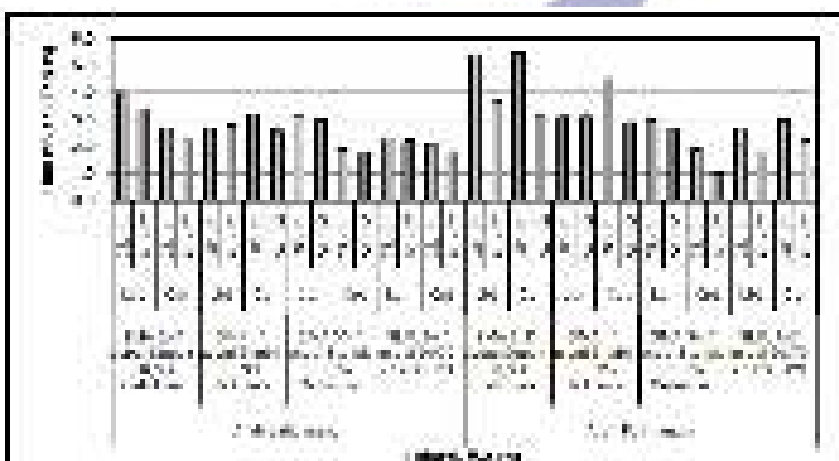
Nilai lendutan untuk segmen ini diperoleh 0,13 mm sampai dengan 0,87 mm dan memiliki umur sisa berkisar antara 1,0 sampai 2,0 tahun untuk 2 (dua) arah lajur lambat dan cepat.

Tabel 19. Data Lendutan dan Umur Sisa Perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan

Lokasi/ Waktu	Lajur lambat					Lajur cepat				
	Lendutan, mm			Umur Sisa		Lendutan, mm			Umur Sisa	
	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( $\times 10^6$ )	Thn	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( $\times 10^6$ )	Thn
Lapis campuran SMA 3/4" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa (Sta 29+350 s/d Sta 29+600)										
- Arah Jatibarang										
Okt-11	0,24	0,09	0,15	24,3	4,0	0,19	0,13	0,16	16,3	2,7
Apr-12	0,19	0,14	0,16	20,6	3,4	0,14	0,11	0,12	13,9	2,3
- Arah Palimanan										
Okt-11	0,32	0,12	0,18	33,0	5,4	0,41	0,12	0,21	33,6	5,5
Apr-12	0,41	0,15	0,24	22,4	3,7	0,18	0,13	0,16	18,8	3,1
Lapis campuran SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa (Sta 29+600 s/d Sta 29+900)										
- Arah Jatibarang										
Okt-11	0,45	0,12	0,22	27,3	4,5	0,31	0,09	0,19	19,4	3,2
Apr-12	0,66	0,19	0,39	28,0	4,6	0,22	0,20	0,21	15,7	2,6
- Arah Palimanan										
Okt-11	0,52	0,13	0,32	18,8	3,1	0,32	0,14	0,19	27,3	4,5
Apr-12	0,49	0,18	0,29	18,8	3,1	0,33	0,09	0,17	17,5	2,9
Lapisan campuran SMA 3/4" aspal 60/70 + 8% TPS (Sta 29+900 s/d Sta 30+300)										
- Arah Jatibarang										
Okt-11	0,39	0,10	0,25	18,7	3,1	0,56	0,11	0,29	11,4	1,9
Apr-12	0,49	0,17	0,29	18,1	3,0	0,30	0,09	0,16	10,8	1,8
- Arah Palimanan										
Okt-11	0,40	0,10	0,20	18,2	3,0	0,39	0,16	0,22	11,4	1,9
Apr-12	0,85	0,13	0,36	16,3	2,7	0,29	0,14	0,19	6,0	1,0
Lapisan campuran SMA 3/4" aspal 60/70 + 12% TPS (Sta 30+300 s/d Sta 30+600)										
- Arah Jatibarang										
Okt-11	0,74	0,35	0,52	13,9	2,3	0,48	0,21	0,33	12,7	2,1
Apr-12	0,25	0,20	0,22	13,3	2,2	0,27	0,13	0,19	10,8	1,8
- Arah Palimanan										
Okt-11	0,18	0,13	0,16	26,8	4,4	0,55	0,14	0,32	18,2	3,0
Apr-12	0,87	0,31	0,54	18,2	3,0	0,38	0,26	0,32	13,3	2,2



Gambar 36. Nilai Lendutan Ruas Jatibarang-Palimanan



Gambar 37. Nilai Umur Sisa Ruas Jatibarang-Palimanan

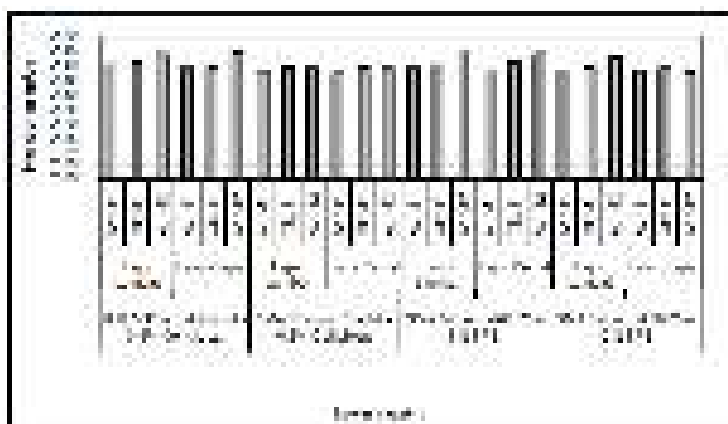
## 5) Karakteristik Campuran

Dari hasil pengambilan contoh di lapangan dan pengujian yang dilakukan di laboratorium didapat karakteristik campuran berupa nilai kepadatan lapangan serta rongga dalam campuran, seperti disajikan pada Tabel 20, Gambar 38, Gambar 39, Gambar 40 dan Gambar 41.

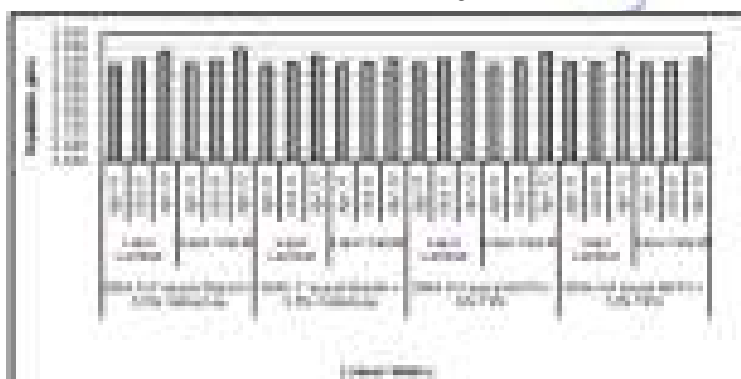
Dari keempat segmen yang ada pada ruas ini, lapisan campuran pada masing-masing segmen mempunyai nilai kepadatan lapangan rata-rata mengalami kenaikan dan penurunan nilai rongga dalam campuran. Memperhatikan kecenderungan penurunan rongga dalam campuran dari keempat jenis campuran maka penurunan rongga dalam campuran SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa dan SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS lebih rendah dari kedua jenis campuran lainnya. Hal ini dapat dipahami bahwa untuk SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa memiliki ukuran maksimum agregat lebih besar (1 inchi) sehingga lebih tahan terhadap terjadinya densifikasi, sedangkan untuk campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS kemungkinan pengaruh tingginya TPS yang dapat meningkatkan titik lembek aspal sehingga dengan titik lembek yang meningkat campuran akan lebih tahan terhadap terjadinya densifikasi.

Tabel 20. Karakteristik Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan

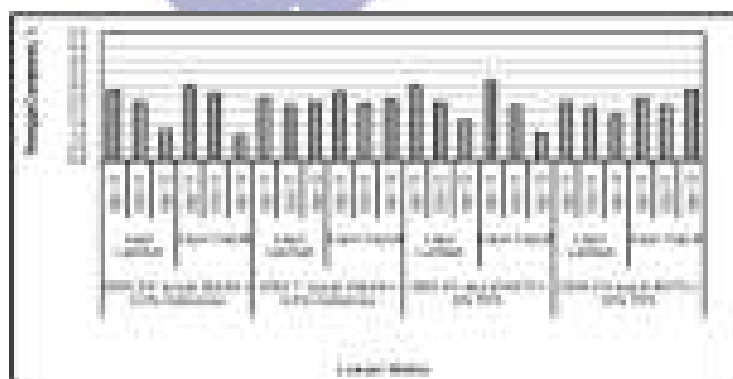
Jenis Campuran/Waktu Survey	Karakteristik Campuran							
	Kepadatan (gr/cc)				Rongga dalam campuran (%)			
	Arah Jatibarang		Arah Palimanan		Arah Jatibarang		Arah Palimanan	
	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat
SMA 3/4" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa								
Apr-11	2,403	2,387	2,380	2,382	2,8	2,9	3,2	3,1
Okt11	2,405	2,393	2,401	2,396	2,3	2,7	2,4	2,6
Apr-12	2,436	2,441	2,434	2,437	1,2	1,0	1,3	1,2
SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa								
Apr-11	2,380	2,370	2,380	2,382	2,5	2,7	2,5	2,5
Okt11	2,392	2,391	2,388	2,389	2,2	2,3	2,2	2,2
Apr-12	2,390	2,387	2,414	2,403	2,3	2,4	1,3	1,8
SMA 3/4 aspal 60/70 + 8% TPS								
Apr-11	2,386	2,382	2,385	2,378	3,0	3,1	3,0	3,3
Okt11	2,402	2,406	2,402	2,403	2,3	2,2	2,3	2,3
Apr-12	2,448	2,436	2,428	2,427	1,6	1,1	1,4	1,4
SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS								
Apr-11	2,384	2,378	2,386	2,382	2,3	2,5	3,1	2,6
Okt11	2,391	2,389	2,390	2,389	2,1	2,2	2,1	2,2
Apr-12	2,425	2,374	2,430	2,402	1,8	1,8	1,5	1,7



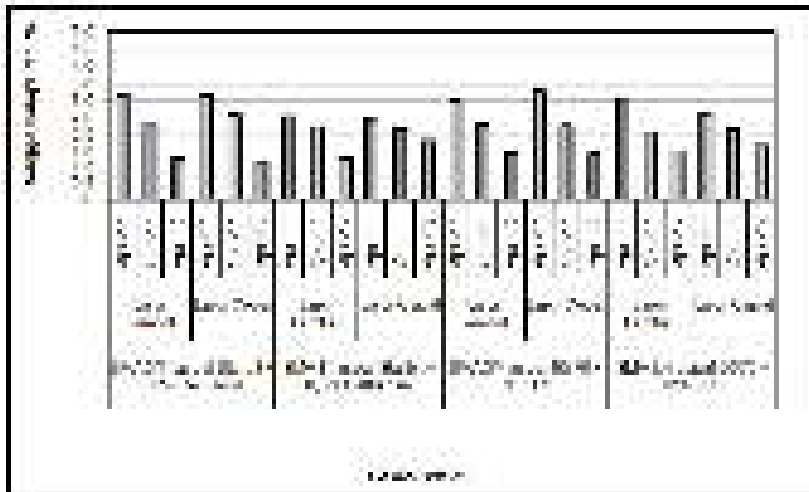
Gambar 38. Nilai Kepadatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang



Gambar 39. Nilai Kepadatan Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan



Gambar 40. Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Jatibarang



Gambar 41. Nilai Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan Arah Palimanan

Perkerasan dengan teknologi campuran *split mastic asphalt* pada ruas Jatibarang-Palimanan Km. 29+350 - Km. 30+600 yang dilaksanakan pada tahun 2010 dan sampai dengan April 2012 memiliki umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 2 tahun. Teknologi campuran *split mastic asphalt* pada ruas ini di bagi menjadi 4 (empat) segmen dengan 4 tipe teknologi, yaitu:

**a) Lapisan campuran SMA 3/4" aspal starbit + 0,3% cellulose**

- Kondisi perkerasan pada segmen ini sudah mengalami kerusakan retak, tambalan, lubang, amblas dan deformasi plastis dengan total kuantitas kerusakan masih di bawah 6%. Nilai ketidakrataan untuk lajur lambat dan cepat masih baik dan cukup nyaman dengan nilai IRI di bawah 6 m/km. Memiliki nilai kekesatan rata-rata masih di atas 55, nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik. Berdasarkan nilai PSI kondisi jalan rata-rata masih cukup baik dengan nilai PSI antara 2,7 sampai dengan 3,0.
- Kekuatan struktural perkerasan masih memiliki umur sisa berkisar antara 2,3 sampai 3,7 tahun.

- Dengan rendahnya prediksi umur sisa perkerasan dan nilai PSI sejalan dengan semakin rendahnya karakteristik campuran (rongga dalam campuran). Untuk itu tendensi kerusakan yang kemungkinan terjadi adalah diawali dengan terjadinya perubahan bentuk lapisan permukaan (deformasi plastis).

**b) Lapisan campuran SMA 1" aspal starbit + 0,3% cellulose**

- Kondisi perkerasan pada segmen ini sudah mengalami kerusakan retak, tambalan, lubang, amblas dan deformasi plastis dengan total kuantitas kerusakan masih di bawah 6%. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik. Memiliki nilai kekesatan rata-rata masih di bawah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih kurang cukup kesat. Berdasarkan nilai PSI kondisi jalan rata-rata masih baik dengan nilai PSI antara 3,6 sampai dengan 3,7.
- Kondisi kekuatan struktural perkerasan berdasarkan hasil pemantauan lalu lintas dan nilai lendutan, maka didapat umur sisa masih memiliki 2,6 sampai 4,6 tahun.
- Dengan rendahnya prediksi umur sisa perkerasan dan nilai PSI sejalan dengan semakin rendahnya karakteristik campuran (rongga dalam campuran). Untuk itu tendensi kerusakan yang kemungkinan terjadi adalah diawali dengan terjadinya perubahan bentuk lapisan permukaan (deformasi plastis).

**c) Lapisan campuran SMA 3/ 4 aspal 60/ 70 + 8% TPS**

- Kondisi pada segmen ini sudah mengalami kerusakan retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis dengan total kuantitas kerusakan masih dibawah 6%, kecuali pada segmen arah Jatibarang pada lajur cepat mempunyai nilai luas kerusakan antara 6 - 11%. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, nilai

tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik. Nilai kekesatan rata-rata di bawah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih memiliki nilai kekesatan sedang. Berdasarkan nilai PSI kondisi jalan rata-rata masih cukup baik dengan nilai PSI antara 2,2 sampai dengan 2,7.

- Kondisi kekuatan struktural perkerasan berdasarkan hasil pemantauan lalu lintas dan nilai lendutan, maka didapat umur sisa masih memiliki 1,0 sampai 3,0 tahun.
- Dengan rendahnya prediksi umur sisa perkerasan dan nilai PSI sejalan dengan semakin rendahnya karakteristik campuran (rongga dalam campuran). Untuk itu tendensi kerusakan yang kemungkinan terjadi adalah diawali dengan terjadinya perubahan bentuk lapisan permukaan (deformasi plastis).

**d) Lapisan campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TP**

- Kondisi pada segmen ini sudah mengalami kerusakan retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis dengan total kuantitas kerusakan masih dibawah 6%, kecuali arah Jatibarang pada lajur lambat mempunyai kondisi jalan rusak sedang dengan nilai luas kerusakan antara 6 - 11%. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, nilai tersebut menunjukkan bahwa permukaan perkerasan masih baik, kecuali untuk arah Jatibarang lajur lambat memiliki nilai ketidakrataan rata-rata 6,75 m/km. Nilai kekesatan rata-rata adalah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih cukup kesat. Namun berdasarkan nilai PSI kondisi jalan rata-rata masih baik dengan nilai PSI antara 3,2 sampai dengan 3,8.
- Kondisi kekuatan struktural perkerasan berdasarkan hasil pemantauan lalu lintas dan nilai lendutan, maka didapat umur sisa masih memiliki 1,8 sampai 3,0 tahun.



- Rendahnya prediksi umur sisa perkerasan dan nilai PSI sejalan dengan semakin rendahnya karakteristik campuran (rongga dalam campuran). Untuk itu tendensi kerusakan yang kemungkinan terjadi adalah diawali dengan terjadinya perubahan bentuk lapisan permukaan (deformasi plastis).

Kinerja perkerasan yang menggunakan teknologi campuran *split mastic asphalt* yang sudah memiliki umur layan jalan kurang lebih 2 tahun dan di lokasi lalu lintas berat, secara umum berdasarkan kondisi fungsional menunjukkan kondisi permukaan jalan masih relatif baik. Disamping itu, kondisi struktural masih memiliki umur sisa 1,0 tahun sampai 5,0 tahun.

Apabila memperhatikan kecenderungan penurunan rongga dalam campuran dari keempat jenis campuran maka penurunan rongga dalam campuran SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa dan SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS lebih rendah dibandingkan dengan kedua jenis campuran lainnya. Hal ini dapat dipahami bahwa untuk SMA 1" aspal Starbit + 0,3% Cellulosa memiliki ukuran maksimum agregat lebih besar (1 inchi) sehingga lebih tahan terhadap terjadinya densifikasi, sedangkan untuk campuran SMA 3/4 aspal 60/70 + 12% TPS kemungkinan pengaruh tingginya TPS yang dapat meningkatkan titik lembek aspal sehingga dengan titik lembek yang meningkat campuran akan lebih tahan terhadap terjadinya densifikasi.

### 6.3. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Campuran *Porous Asphalt*

Teknologi campuran *porous asphalt*, pelaksanaan Tahun 2010 pada ruas Jatibarang-Palimanan Km. 30+600 - Km. 31+500 dan ruas Jatibarang-Indramayu Km. 93+121 - Km. 93+291, seperti disajikan pada Gambar 42.

#### 1) Survey Lalu Lintas

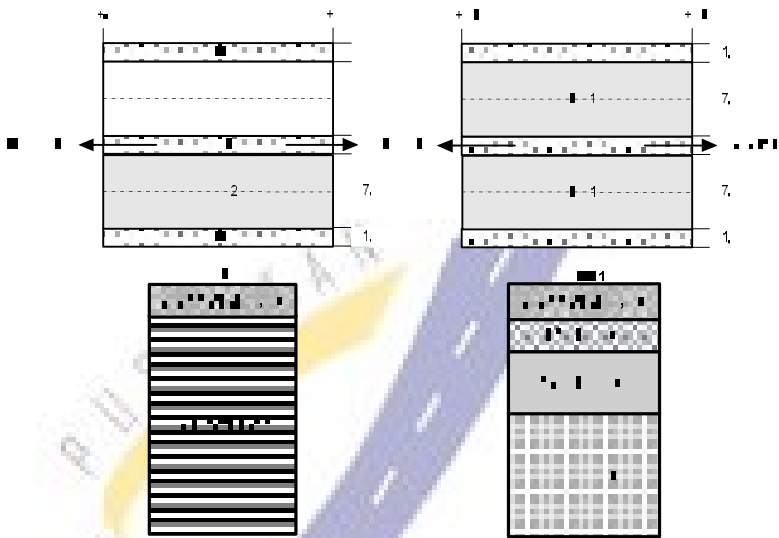
Hasil survey lalu lintas ruas Jatibarang-Indramayu sampai dengan pemantauan bulan Mei 2012, seperti disajikan pada Tabel 21, Gambar 43 dan Gambar 44.



Jatibarang-Indramayu



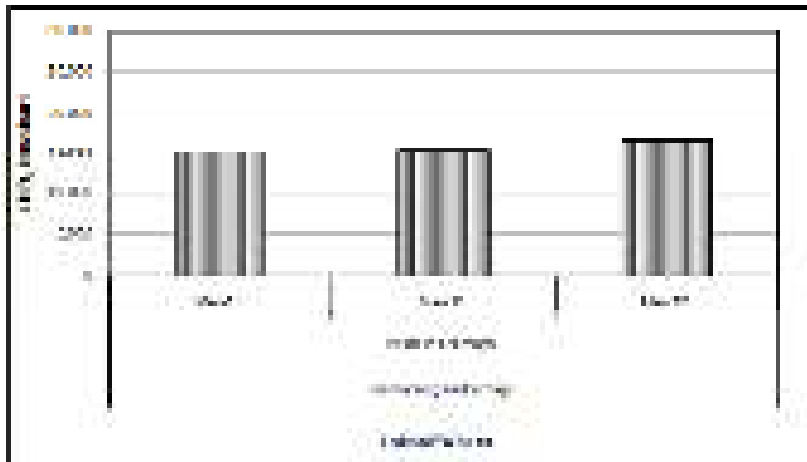
Jatibarang-Palimanan



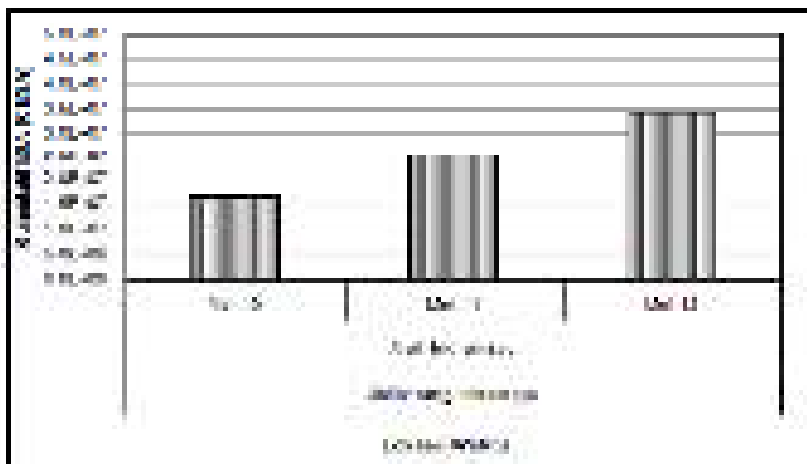
Gambar 42. Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Campuran *Porous Asphalt*

Tabel 21. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA)  
Ruas Jatibarang-Indramayu

Waktu Survey	LHR (Kendaraan/hari)	Kumulatif ESA (CESA)
	Arah Indramayu	Arah Indramayu
Mei-10	15.056	16.455.865
Mei-11	15.468	25.180.701
Mei-12	16.730	34.254.529



Gambar 43. Nilai LHR Ruas Jatibarang-Indramayu



Gambar 44. Nilai Kumulatif ESA Ruas Jatibarang-Indramayu

## 2) Kondisi Permukaan Perkerasan

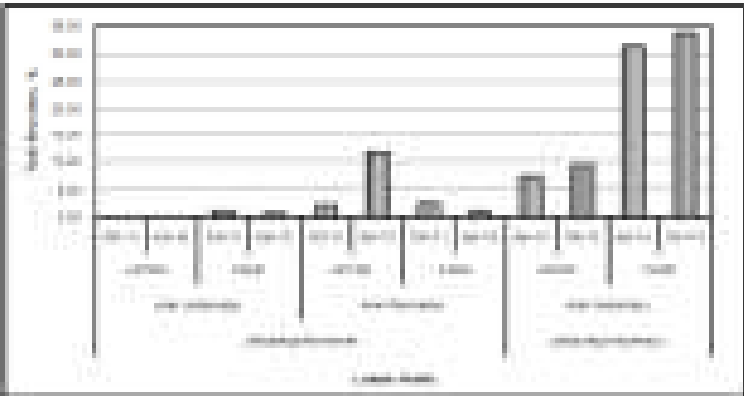
Kondisi permukaan perkerasan pada ruas ini menampilkan nilai kondisi perkerasan, ketidakrataan, kekesatan menggunakan alat *British Pendulum Tester* (BPT) dan permeabilitas sampai dengan April 2012 untuk ruas Jatibarang-Palimanan dan Oktober 2012 untuk ruas Jatibarang-Indramayu, seperti disajikan pada Tabel 22, Tabel 23, Gambar 45, Gambar 46, Gambar 47 dan Gambar 48.

Tabel 22. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

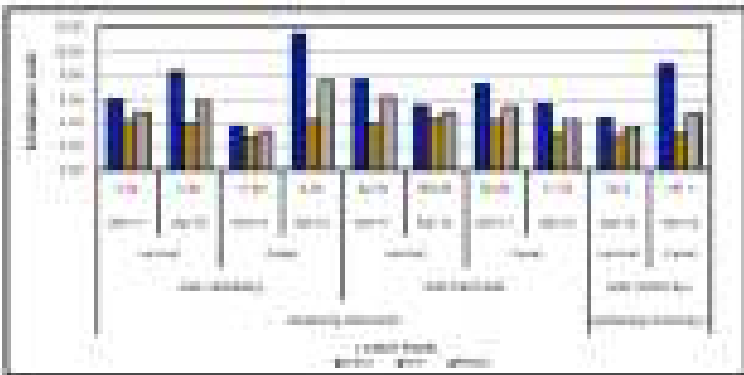
Ruas/ Waktu Survey	Kuantitas Total Kerusakan				Ketidakrataan, IRI (m/km)					
	Lambat		Cepat		Lambat			Cepat		
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	Maks	Min	Rata2	Maks	Min	Rata2
Jatibarang-Palimanan										
Arah Jatibarang										
Okt-11	0,00	0,00	17,5	1,11	6,09	4,17	4,95	3,70	2,68	3,23
Apr-12	185,85	11,80	9,00	0,57	8,28	3,99	5,83	11,46	4,27	7,53
Arah Palimanan										
Okt-11	32,00	2,03	38,5	2,44	7,67	4,02	6,27	7,32	4,24	5,37
Apr-12	0,50	0,03	17,30	1,10	5,46	4,34	4,89	5,68	2,98	4,31
Jatibarang-Indramayu										
Arah Indramayu										
Apr-12	46,3	7,35	197,1	31,29	4,44	2,87	3,65	8,86	2,92	4,83
Okt-12	59,2	9,40	212,3	33,70	-	-	-	-	-	-

Tabel 23. Data Permeabilitas *Porous Aspal* dan Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

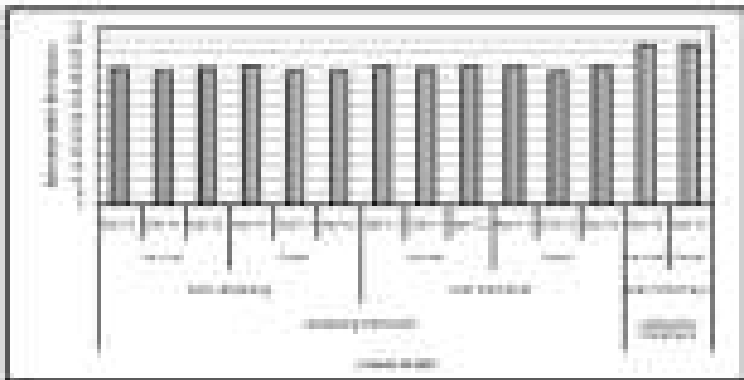
Ruas / Waktu Survey	Permeabilitas porous aspal (cm/detik)		Kekesatan	
	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat
Jatibarang-Palimanan				
Arah Jatibarang				
Okt-10	$2,0 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^{-2}$	-	-
Apr-11	$6,1 \times 10^{-3}$	$6,9 \times 10^{-3}$	54	55
Okt-11	$2,5 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-3}$	53	53
Apr-12	$1,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$	54	53
Arah Palimanan				
Okt-10	$2,5 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^{-2}$	-	-
Apr-11	$6,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	55	55
Okt-11	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	54	53
Apr-12	$1,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$	55	55
Jatibarang-Indramayu				
Arah Indramayu				
Feb-10	$6,7 \times 10^{-2}$	$6,5 \times 10^{-2}$	-	-
Apr-12	$1,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$	63	63



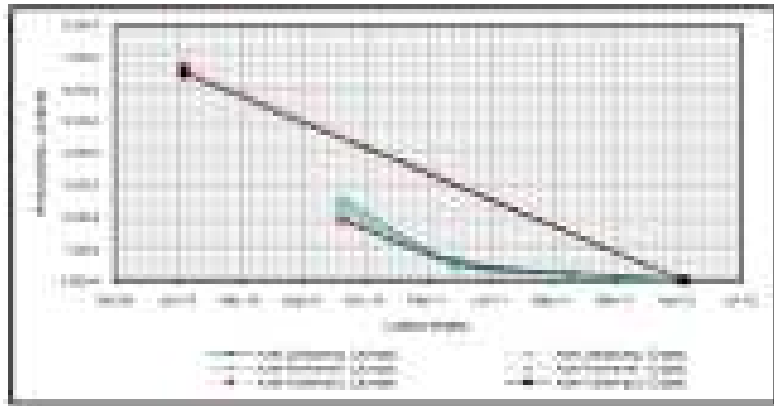
Gambar 45. Nilai Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu



Gambar 46. Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu



Gambar 47. Nilai Kekesatan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu



Gambar 48. Nilai Permeabilitas Porous Asphalt Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

a) Lapisan campuran *porous asphalt* ruas Jatibarang-Palimanan

- Kuantitas total kerusakan pada ruas segmen ini masih di bawah 6% artinya kondisi jalan masih baik, kecuali arah Jatibarang pada lajur lambat mempunyai kondisi jalan rusak ringan dengan nilai luas kerusakan antara 11 - 15%. Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis. Pada saat survey ruas ini sudah mendapat penanganan.
- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, kecuali untuk arah Jatibarang lajur cepat memiliki nilai ketidakrataan rata-rata 7,53 m/km.
- Nilai kekesatan rata-rata adalah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih cukup kesat, kecuali arah Jatibarang pada lajur lambat dan cepat mempunyai nilai kekesatan di bawah 55 maka permukaan perkerasan masih kurang cukup kesat.
- Nilai permeabilitas pada ruas ini sampai dengan April 2012 sudah mencapai  $1,0 \times 10^{-7}$  cm/detik.

b) Lapisan campuran porous asphalt ruas Jatibarang-Indramayu

- Kuantitas total kerusakan pada ruas ini, untuk lajur lambat termasuk rusak sedang dengan kuantitas total kerusakan antara 6% sampai 11%, sedangkan untuk lajur cepat sudah termasuk rusak berat dengan nilai kuantitas total kerusakan di atas 15%. Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas dan pelepasan butir.
- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, namun dari beberapa titik pengujian masih ditemukan nilai ketidakrataan di atas 6 m/km.
- Nilai kekesatan rata-rata adalah 63, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih cukup kesat.
- Nilai permeabilitas pada ruas ini sampai dengan April 2012 sudah mencapai  $1,0 \times 10^{-7}$  cm/detik.

3) Indeks Permukaan (*Present Serviceability Index*, PSI)

Berdasarkan data nilai ketidakrataan, kerusakan dan kedalaman alur yang terjadi maka diperoleh nilai indeks permukaan atau yang dikenal dengan istilah *Present Serviceability Index* (PSI). Nilai PSI untuk masing-masing ruas jalan tersebut disajikan pada Tabel 24 dan Gambar 49.

a) Lapisan campuran *porous asphalt* ruas Jatibarang-Palimanan

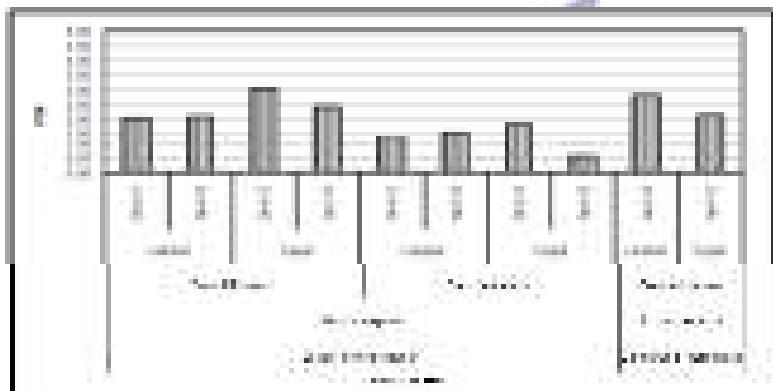
Berdasarkan pemantauan sampai dengan April 2012, nilai PSI rata-rata memiliki kondisi jalan kurang bagus dengan nilai PSI untuk arah Jatibarang lajur lambat 1,55 dan lajur cepat 0,56 sedangkan arah Palimanan lajur lambat 2,10 dan lajur cepat 2,44. Seperti telah diinformasikan di atas, perkerasan *porous asphalt* ruas ini sudah ada penanganan sehingga nilai PSI pada Tabel 24 terdapat yang menunjukkan meningkat.

b) Lapisan campuran porous asphalt ruas Jatibarang-Indramayu

Berdasarkan pemantauan sampai dengan April 2012, nilai PSI untuk arah Indramayu lajur lambat 2,82 dan lajur cepat 2,14.

Tabel 24. Data PSI Ruas Jatibarang-Palimanan  
dan Jatibarang-Indramayu

No	Ruas	PSI	
		Lajur Lambat	Lajur Cepat
1	Lapisan campuran <i>porous asphalt</i> ruas Jatibarang-Palimanan		
	– Arah Jatibarang		
	Okt-11	2,07	3,05
	Apr-12	1,55	0,56
	– Arah Palimanan		
	Okt-11	1,30	1,82
	Apr-12	2,10	2,44
2	Lapisan campuran <i>porous asphalt</i> ruas Jatibarang-Indramayu		
	– Arah Indramayu		
	Feb-10	-	-
	Apr-12	2,82	2,14



Gambar 49. Nilai PSI Ruas Jatibarang-Palimanan  
dan Jatibarang-Indramayu

#### 4) Kekuatan Struktur Perkerasan

Berdasarkan hasil pengujian lendutan dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*, maka diperoleh nilai lendutan dan umur sisa yang mencerminkan kekuatan struktur perkerasan, seperti disajikan pada Tabel 25, Gambar 50 dan Gambar 51.

##### a) Lapisan campuran *porous asphalt* ruas Jatibarang-Palimanan

Berdasarkan hasil pemantauan sampai dengan April 2012, nilai lendutan pada ruas ini diperoleh adalah 0,19 mm sampai

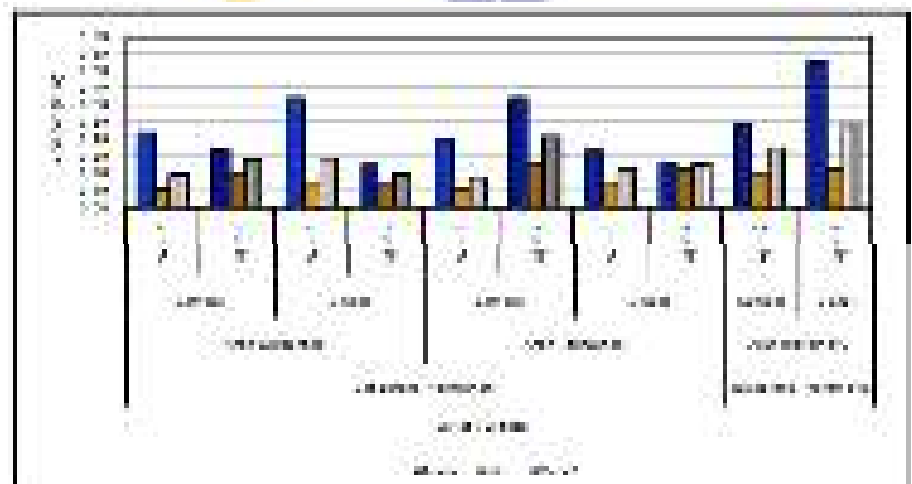


dengan 0,41 mm serta masih memiliki umur sisa rata-rata di bawah 2 tahun.

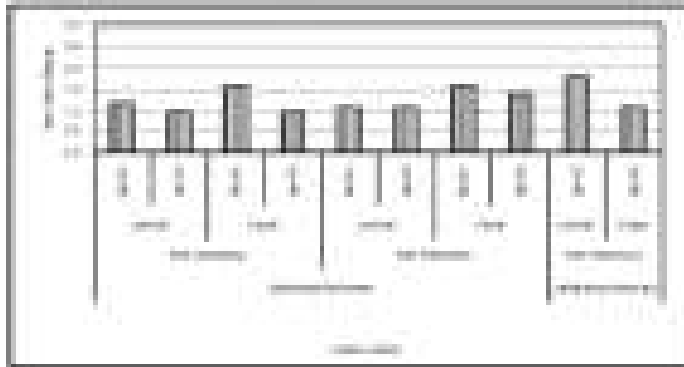
- b) Lapisan campuran *porous asphalt* ruas Jatibarang-Indramayu
- Berdasarkan hasil pemantauan sampai dengan Juli 2012, nilai lendutan pada ruas ini diperoleh adalah 0,35 mm pada lajur lambat dan 0,49 mm pada lajur cepat serta masih memiliki umur sisa rata-rata di bawah 2 tahun.

Tabel 25. Data Lendutan dan umur sisa perkerasan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

No	Ruas	Lajur lambat					Lajur cepat				
		Lendutan, mm			Umur Sisa		Lendutan, mm			Umur Sisa	
		Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( x 10 <sup>6</sup> )	Thn	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( x 10 <sup>6</sup> )	Thn
1	Lapisan campuran <i>porous asphalt</i> ruas Jatibarang-Palimanan										
	– Arah Jatibarang										
	Okt-11	0,44	0,10	0,19	5,7	1,2	0,64	0,15	0,29	7,9	1,6
	Apr-12	0,34	0,20	0,28	4,9	1,0	0,24	0,13	0,19	4,9	1,0
	– Arah Palimanan										
	Okt-11	0,40	0,11	0,17	10,7	1,1	0,33	0,15	0,22	15,5	1,6
	Apr-12	0,64	0,24	0,41	10,9	1,1	0,26	0,23	0,25	13,2	1,4
2	Lapisan campuran <i>porous asphalt</i> ruas Jatibarang-Indramayu										
	– Arah Indramayu										
	Apr-12	0,49	0,20	0,35	14,5	1,8	0,85	0,23	0,49	8,8	1,1



Gambar 50. Nilai Lendutan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu



Gambar 51. Nilai Umur Sisa Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

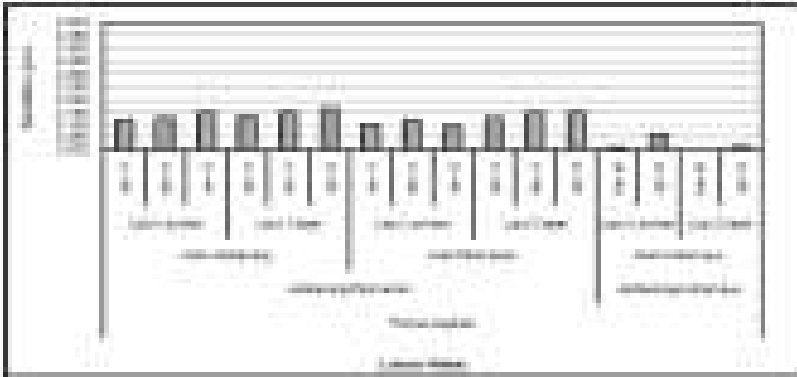
##### 5) Karakteristik Campuran

Dari hasil pengambilan contoh di lapangan dan pengujian yang dilakukan di laboratorium didapat karakteristik campuran berupa nilai kepadatan lapangan serta rongga dalam campuran sampai dengan April 2012, seperti disajikan pada Tabel 26, Gambar 52 dan Gambar 53.

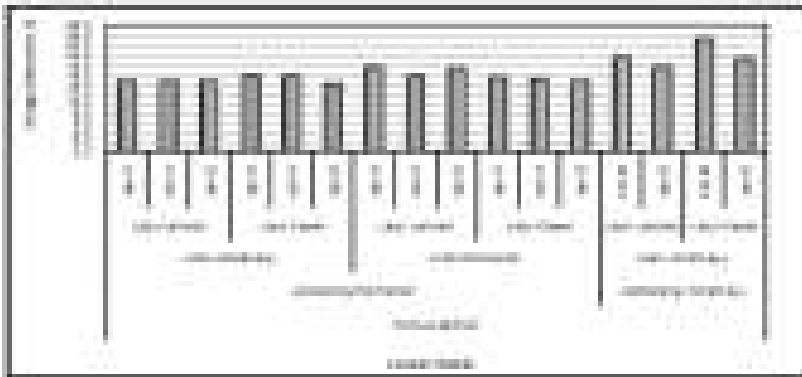
- Lapisan campuran *porous asphalt* ruas Jatibarang-Palimanan Untuk lapisan porous asphalt mempunyai rongga dalam campuran yang cukup tinggi yaitu antara 14% sampai dengan 18%.
- Lapisan campuran *porous asphalt* ruas Jatibarang-Indramayu Pada ruas ini, lapisan campuran *porous asphalt* mempunyai rongga dalam campuran yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 18% sampai dengan 19%.

Tabel 26. Karakteristik Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

Jenis Campuran/ Waktu Survey	Karakteristik Campuran							
	Kepadatan (gr/cc)				Rongga dalam campuran (%)			
	Arah Jatibarang		Arah Palimanan		Arah Jatibarang		Arah Palimanan	
	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat	Lambat	Cepat
Lapisan campuran <i>porous asphalt</i> ruas Jatibarang-Palimanan								
Apr-11	2,125	2,137	2,102	2,131	14,8	15,8	17,4	15,5
Okt11	2,132	2,156	2,122	2,154	14,7	15,7	15,6	15,2
Apr-12	2,154	2,168	2,094	2,154	14,8	14,2	17,2	14,8
Lapisan campuran <i>porous asphalt</i> ruas Jatibarang-Indramayu								
Feb-10	2,009	1,919	-	-	19,5	23,2	-	-
Apr-12	2,061	2,014	-	-	17,5	19,4	-	-



Gambar 52. Nilai Kepadatan Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu



Gambar 53. Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Palimanan dan Jatibarang-Indramayu

Sesuai dengan data yang disajikan di atas, maka perkerasan dengan teknologi campuran *porous asphalt* diwakilkan pada 2 (dua) ruas, yaitu Ruas Jatibarang-Palimanan Km. 30+600 - Km. 31+050 dengan tahun pelaksanaan 2010 dan hasil pemantauan sampai dengan April 2012, umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 2 tahun serta Ruas Jatibarang-Indramayu arah Indramayu Km. 93+121 - Km. 93+291 dengan tahun pelaksanaan 2010 dan hasil pemantauan sampai dengan April 2012, umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 2 tahun.

a) Ruas Jatibarang-Palimanan

- Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas, pelepasan butir dan deformasi plastis dengan kuantitas

kerusakan di bawah 6%, kecuali arah Jatibarang pada lajur lambat mempunyai kondisi jalan rusak ringan dengan nilai luas kerusakan antara 11 - 15%. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, kecuali untuk arah Jatibarang lajur cepat memiliki nilai ketidakrataan rata-rata 7,53 m/km. Nilai kekesatan rata-rata adalah 55, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih cukup kesat, kecuali arah Jatibarang pada lajur lambat dan cepat mempunyai nilai kekesatan di bawah 55. Berdasarkan nilai PSI untuk lapis campuran *porous asphalt* pada ruas ini, kondisi jalan berkategori kurang baik, yaitu nilai PSI berkisar antara 0,56 sampai 2,44.

- Kekuatan struktural perkerasan masih memiliki umur sisa berkisar antara 1,0 sampai dengan 1,6 tahun.
- Berdasarkan hasil pengujian pada ruas ini, mempunyai rongga dalam campuran yang cukup tinggi yaitu 14,2% sampai dengan 17,2%. Namun berdasarkan nilai permeabilitas sudah mencapai  $1,0 \times 10^{-7}$  cm/detik termasuk permeabilitas sangat rendah, kemungkinan permukaan *porous asphalt* sebagian sudah tertutup oleh debu atau pergeseran agregat akibat beban lalu lintas.

#### b) Ruas Jatibarang-Indramayu

- Jenis kerusakan yang terjadi adalah retak, tambalan, lubang, amblas dan pelepasan butir dan kuantitas kerusakan pada lajur lambat antara 6% sampai 11%, sedangkan untuk lajur cepat sudah termasuk rusak berat dengan nilai kuantitas total kerusakan di atas 15%. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, namun dari beberapa titik pengujian masih ditemukan nilai ketidakrataan di atas 6 m/km. Nilai kekesatan rata-rata adalah 63, nilai tersebut menunjukkan permukaan perkerasan masih cukup kesat. Namun berdasarkan nilai PSI untuk lapis campuran *porous asphalt* pada ruas ini, kondisi jalan berkategori cukup dengan nilai PSI berkisar antara 2,14 sampai 2,82.
- Kondisi kekuatan struktural perkerasan berdasarkan hasil pemantauan lalu lintas dan nilai lendutan maka, didapat umur sisa masih memiliki antara 1,1 sampai dengan 1,8 tahun.
- Berdasarkan hasil pengujian pada ruas ini, mempunyai rongga dalam campuran yang cukup tinggi yaitu 17,5% sampai dengan 19,4%. Namun berdasarkan nilai permeabilitas sudah mencapai

$1,0 \times 10^{-7}$  cm/detik termasuk permeabilitas sangat rendah, kemungkinan permukaan *porous asphalt* sebagian sudah tertutup oleh debu atau pergeseran agregat akibat beban lalu lintas.

Dengan demikian kinerja perkerasan yang menggunakan teknologi campuran *porous asphalt* yang sudah memiliki umur layan jalan kurang lebih 2 tahun dan di lokasi dengan lalu lintas berat, secara umum kondisi fungsional perkerasan menunjukkan rata-rata kondisi permukaan jalannya kurang baik. Namun demikian kondisi struktural masih memiliki umur sisa 1,0 tahun sampai 2,0 tahun.

- 6.4. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Campuran Aspal Modifikasi  
Perkerasan dengan teknologi campuran aspal modifikasi, pelaksanaan Tahun 2009 pada ruas Jatibarang-Lohbener, seperti disajikan pada Gambar 54.



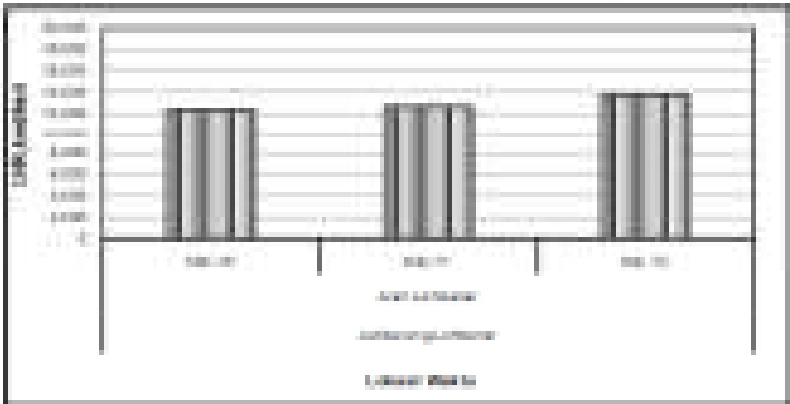
Gambar 54. Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Campuran Aspal Modifikasi

1) Survey Lalu Lintas

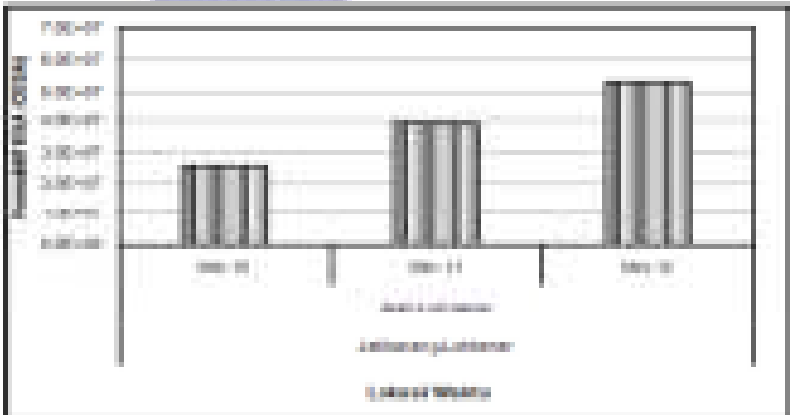
Hasil survey lalu lintas ruas Jatibarang - Lohbener sampai dengan pemantauan bulan Mei 2012, seperti disajikan pada Tabel 27, Gambar 55 dan Gambar 56.

Tabel 27. Data LHR dan Kumulatif ESA (CESA)  
Ruas Jatibarang-Lohbener

Waktu Survey	LHR (Kendaraan/hari)	Kumulatif ESA (CESA)
	Arah Lohbener	Arah Lohbener
Mei-10	12.318	25.572.873
Mei-11	12.662	39.131.511
Mei-12	13.695	53.232.493



Gambar 55. Nilai LHR Ruas Jatibarang-Lohbener

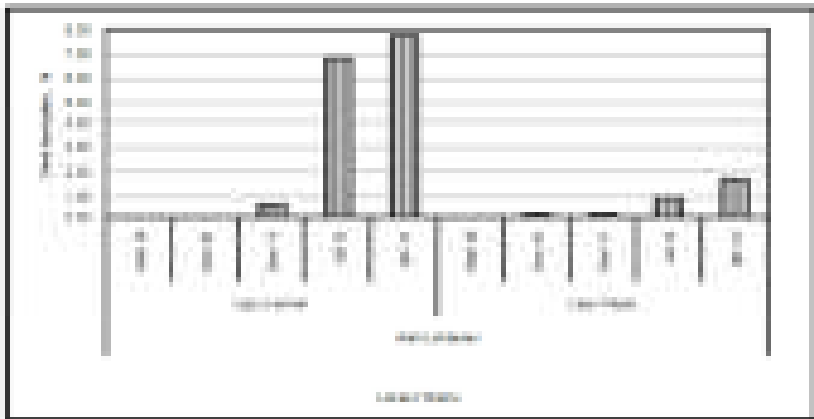


Gambar 56. Nilai Kumulatif ESA Ruas Jatibarang-Lohbener

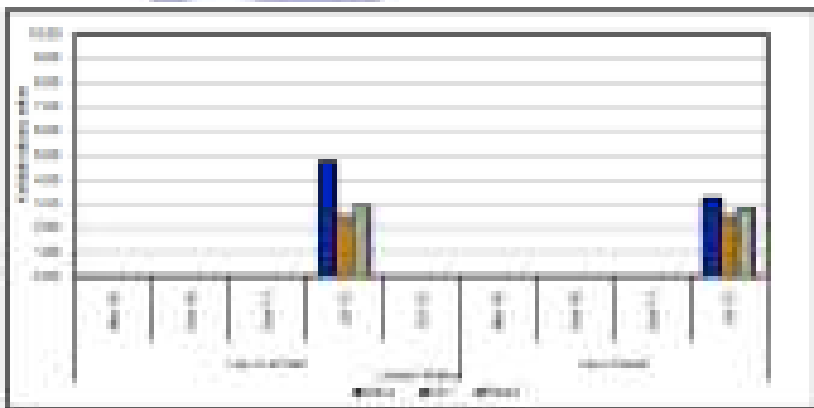
## 2) Kondisi Permukaan Perkerasan

Kondisi permukaan perkerasan pada ruas ini menampilkan nilai kondisi perkerasan dan ketidakrataan sampai dengan Oktober 2012 yang disajikan pada Tabel 28, Gambar 57 dan Gambar 58.

- Kuantitas total kerusakan untuk arah Lohbener lajur lambat mengalami kondisi jalan rusak sedang dengan total kerusakan 6%-11%, sedangkan untuk arah Lohbener lajur cepat kondisi jalan masih cukup baik dengan total kerusakan di bawah 6%.
- Nilai ketidakrataan rata-rata masih dibawah 6 m/km, berdasarkan nilai ketidakrataan permukaan perkerasan pada ruas ini masih cukup baik.



Gambar 57. Kuantitas Total Kerusakan Ruas Jatibarang-Lohbener



Gambar 58. Nilai Ketidakrataan Ruas Jatibarang-Lohbener

**Tabel 28. Data Kondisi Permukaan Perkerasan  
Ruas Jatibarang-Lohbener**

Ruas	Kuantitas Total Kerusakan				Ketidakrataan, IRI (m/ km)					
	Lambat		Cepat		Lambat			Cepat		
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	Maks	Min	Rata2	Maks	Min	Rata2
Arah Lohbener										
Mar-10	0,00	0,00	0,10	0,00	-	-	-	-	-	-
Des-10	0,20	0,00	0,80	0,10	-	-	-	-	-	-
Des-11	5,80	0,70	0,95	0,11	-	-	-	-	-	-
Jul-12	54,90	6,82	9,32	0,95	4,74	2,43	2,92	3,27	2,43	2,76
Okt-12	62,40	7,75	17,03	1,74	-	-	-	-	-	-

### 3) Indeks Permukaan (*Present Serviceability Index*, PSI)

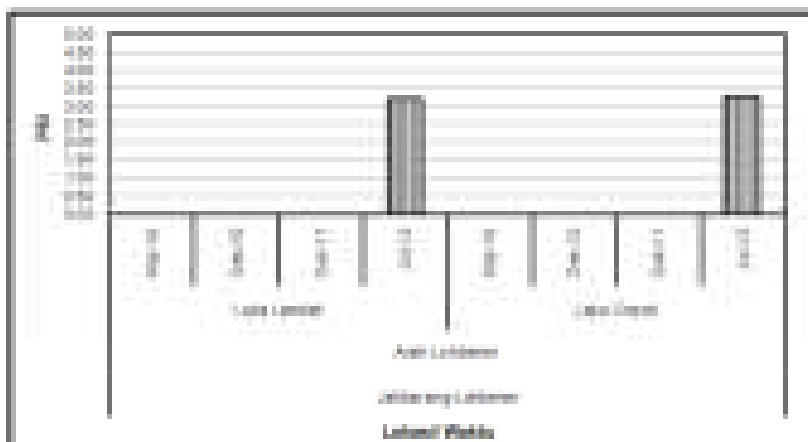
Berdasarkan data nilai ketidakrataan, kerusakan dan kedalaman alur yang terjadi maka diperoleh nilai indeks permukaan atau yang dikenal dengan istilah *Present Serviceability Index* (PSI). Nilai PSI untuk masing-masing ruas jalan dihitung berdasarkan metoda Djoko Widajat et al. (1990), dimana hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 29 dan Gambar 59.

Berdasarkan pemantauan sampai dengan Juli 2012, nilai PSI adalah untuk ruas Jatibarang-Lohbener arah Lohbener lajur lambat dan cepat yaitu 3,23 dan 3,32, berdasarkan nilai PSI kondisi jalan masih baik.

**Tabel 29. Data PSI Ruas Jatibarang-Lohbener**

Ruas	PSI	
	Lajur Lambat	Lajur Cepat
Jatibarang-Lohbener		
– Arah Lohbener		
Mar-10	-	-
Des-10	-	-
Des-11	-	-
Jul-12	3,23	3,32





Gambar 59. Nilai PSI Ruas Jatibarang-Lohbener

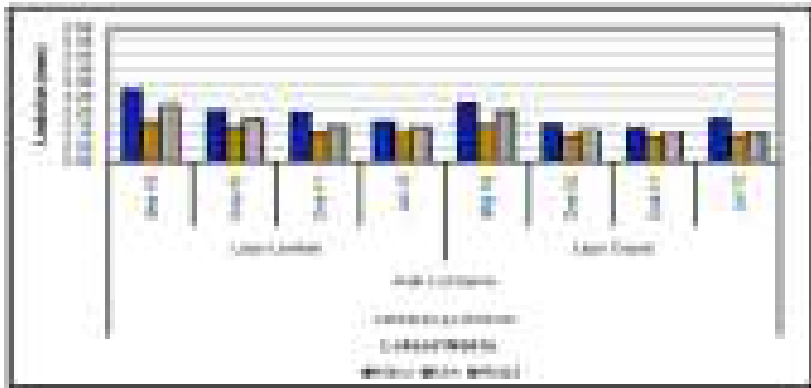
#### 4) Kekuatan Struktur Perkerasan

Berdasarkan hasil pengujian lendutan dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*, maka diperoleh nilai lendutan dan umur sisa yang mencerminkan kekuatan struktur perkerasan, seperti disajikan pada Tabel 30, Gambar 60 dan Gambar 61.

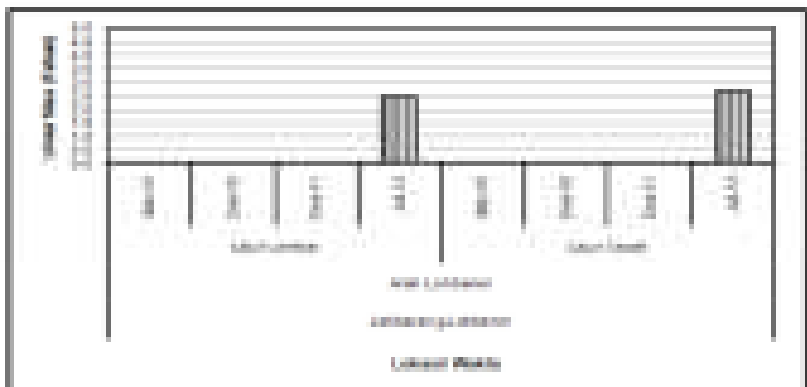
Berdasarkan hasil pengujian sampai dengan Juli 2012, nilai lendutan yang diperoleh pada ruas ini adalah 0,11 mm sampai dengan 0,14 mm serta masih memiliki umur sisa rata-rata di bawah 3 tahun.

Tabel 30. Data Lendutan dan umur sisa perkerasan  
Ruas Jatibarang-Lohbener

Ruas / Waktu Survey	Lajur lambat					Lajur cepat				
	Lendutan, mm			Umur Sisa		Lendutan, mm			Umur Sisa	
	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( x 10 <sup>6</sup> )	Thn	Maks	Min	Rata <sup>2</sup>	CESA ( x 10 <sup>6</sup> )	Thn
Jatibarang-Lohbener										
- Arah Lohbener										
Mar-10	0,28	0,16	0,22	-	-	0,23	0,15	0,20	-	-
Des-10	0,20	0,14	0,17	-	-	0,15	0,09	0,13	-	-
Des-11	0,19	0,12	0,14	-	-	0,14	0,09	0,11	-	-
Jul-12	0,16	0,12	0,14	35,0	2,5	0,17	0,09	0,11	38,0	2,7



Gambar 60. Nilai Lendutan Ruas Jatibarang-Lohbener



Gambar 61. Nilai Umur Sisa Ruas Jatibarang-Lohbener

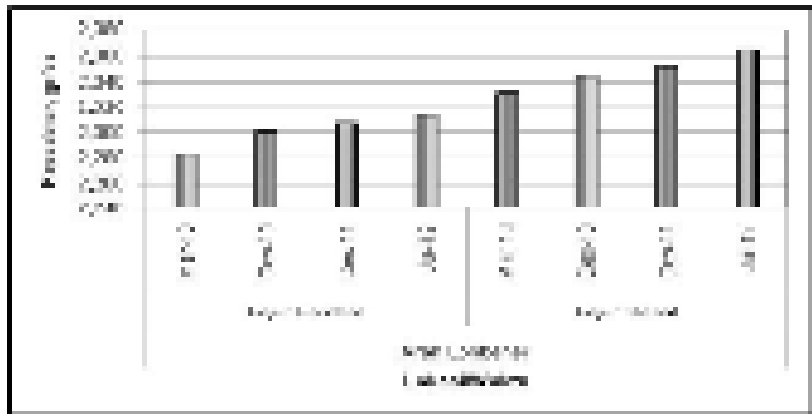
##### 5) Karakteristik Campuran

Dari hasil pengambilan contoh di lapangan dan pengujian yang dilakukan di laboratorium didapat karakteristik campuran berupa nilai kepadatan lapangan serta rongga dalam campuran sampai dengan Desember 2011, seperti disajikan pada Tabel 31, Gambar 62 dan Gambar 63.

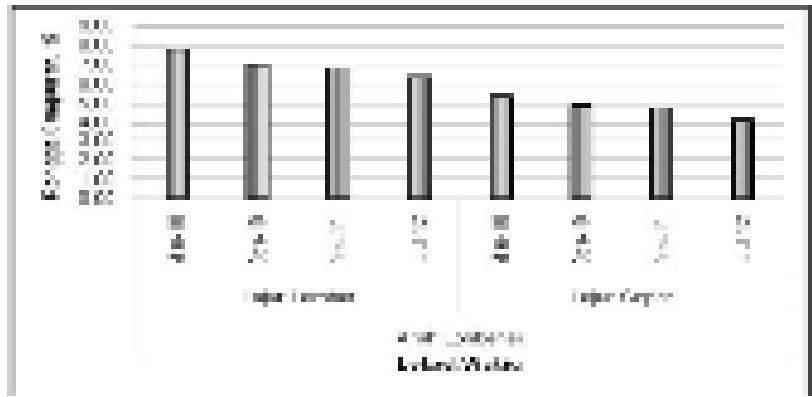
Nilai kepadatan mengalami kenaikan pada lajur lambat namun pada lajur cepat mengalami penurunan. Dilihat dari nilai rongga dalam campuran yang terjadi di lapangan untuk lajur lambat menunjukkan bahwa penurunan yang terjadi relatif kecil, sedangkan pada lajur cepat rongga mengalami penurunannya yang tidak begitu besar.

Tabel 31. Karakteristik Campuran Ruas Jatibarang-Lohbener

Jenis Campuran/Waktu Survey	Karakteristik Campuran			
	Kepadatan (gr/cc)		Rongga dalam campuran (%)	
	Lajur Lambat	Lajur Cepat	Lajur Lambat	Lajur Cepat
Arah Lohbener (ACWC)				
Mar-10	2,283	2,332	7,8	5,4
Des-10	2,301	2,345	7,0	4,9
Des-11	2,307	2,352	6,8	4,8
Jul-12	2,313	2,364	6,4	4,2



Gambar 62. Nilai Kepadatan Lapangan Ruas Jatibarang-Lohebener



Gambar 63. Nilai Rongga Dalam Campuran Ruas Jatibarang-Lohebener

Berdasarkan data di atas, perkerasan dengan teknologi campuran aspal modifikasi pada ruas Jatibarang-Lohbener yang dilaksanakan pada tahun 2009 serta sampai dengan Juli 2012 memiliki umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 3 tahun.

- Kuantitas total kerusakan untuk arah Lohbener lajur lambat mengalami kondisi jalan rusak sedang dengan total kerusakan 6%-11%, sedangkan untuk arah Lohbener lajur cepat kondisi jalan masih cukup baik dengan total kerusakan di bawah 6%. Nilai ketidakrataan rata-rata masih dibawah 6 m/km (masih cukup baik) dan berdasarkan nilai PSI kondisi permukaan jalan rata-rata masih cukup baik dengan nilai PSI antara 3,2 sampai dengan 3,3.
- Kondisi kekuatan struktural perkerasan berdasarkan hasil pemantauan lalu lintas dan nilai lendutan maka didapat umur sisa untuk 36 lajur lambat 35,0 juta ESA atau 2,5 tahun dan lajur cepat 38,0 juta ESA atau 2,7 tahun.
- Karakteristik campuran berupa nilai rongga dalam campuran untuk lajur lambat sebesar 6,4% dan untuk lajur cepat sebesar 4,2%. Berdasarkan data rongga dalam campuran tersebut di atas maka kemungkinan terjadinya kerusakan berupa deformasi plastis adalah relatif kecil.

Kinerja perkerasan yang menggunakan teknologi campuran aspal modifikasi yang sudah memiliki umur layan jalan kurang lebih 3 tahun dan di lokasi ruas jalan dengan lalu lintas berat. Kondisi fungsional perkerasan jalan rata-rata masih memiliki permukaan jalan cukup baik. Disamping itu kondisi struktural masih memiliki umur sisa 2,5 tahun sampai 2,7 tahun, meskipun secara perencanaan sudah mendekati akhir umur rencana.

#### 6.5. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi *Otta Seal*

Teknologi campuran *otta seal*, pelaksanaan Tahun 2009 pada ruas Babakan-Ciaul, seperti disajikan pada Gambar 64.



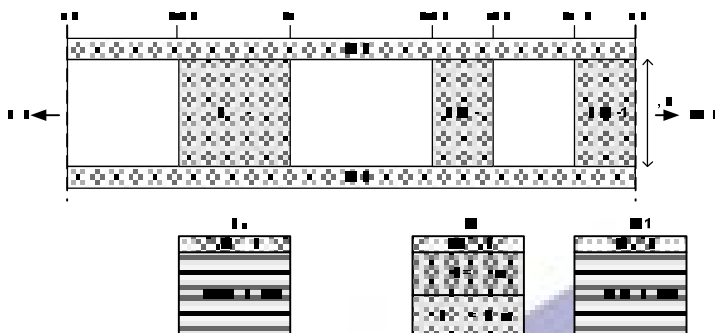
Babakan-Ciaul (Seksi 1)



Babakan-Ciaul (Seksi 2)



Babakan-Ciaul (Seksi 3)



Gambar 64. Lokasi Perkerasan dengan teknologi *Otta Seal*

#### 1) Survey Lalu Lintas

Untuk ruas Babakan-Ciaul tidak dilakukan survey lalu lintas karena kendaraan yang melewati sedikit sekali.

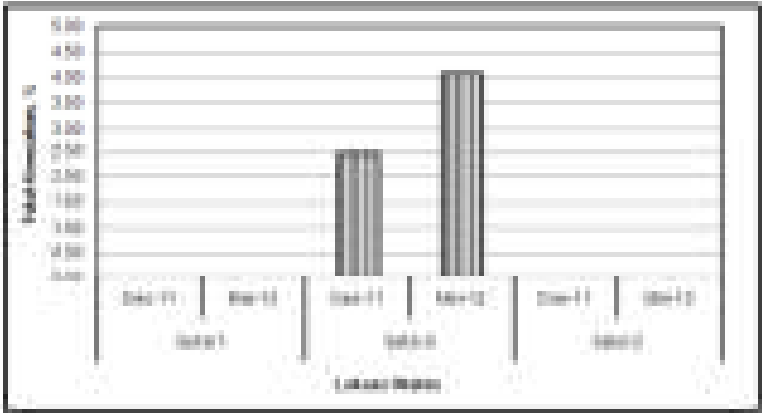
#### 2) Kondisi Permukaan Perkerasan

Kondisi permukaan perkerasan pada ruas ini menampilkan nilai kondisi perkerasan, kekesatan menggunakan alat *skid resistance*, kedalaman tekstur sampai dengan Mei 2012, yang disajikan pada Tabel 32, Gambar 65, Gambar 66 dan Gambar 67.

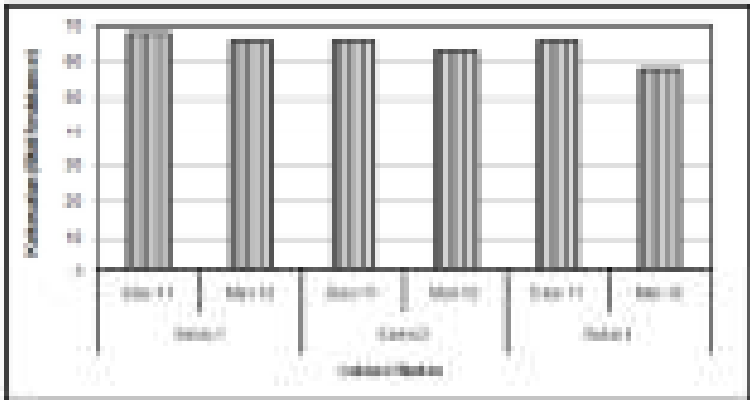
- Nilai luas kerusakan pada ruas ini, seksi 2 mengalami kenaikan kerusakan jenis pelepasan butir sedangkan untuk seksi 1 dan 3 belum mengalami kerusakan. Namun demikian luas kerusakan yang terjadi masih di bawah 6%.
- Nilai kekesatan menggunakan alat *British Pendulum Tester* (BPT) masih di atas 45, jika ditinjau dari kondisi fungsional masih cukup kesat.
- Nilai kedalaman tekstur menggunakan alat *sand patch* di atas 0,50 mm artinya tekstur permukaan masih dalam keadaan terbuka atau masih banyak rongga.

Tabel 32. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas  
Dusun Babakan-Ciaul

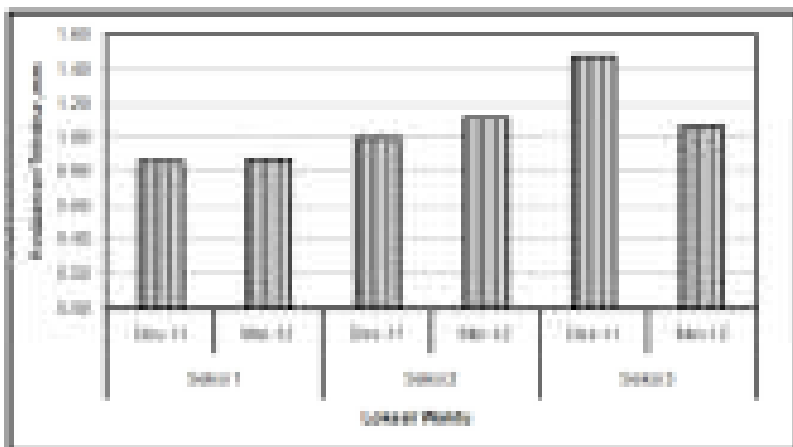
Ruas	Kuantitas Total Kerusakan		Kekesatan	Kedalaman Tekstur, (mm)
	m <sup>2</sup>	%		
1. Seksi 1				
Des-11	0,00	0,00	68	0,86
Mei-12	0,00	0,00	66	0,87
2. Seksi 2				
Des-11	3,00	2,45	66	1,00
Mei-12	5,00	4,08	63	1,12
3. Seksi 3				
Des-11	0,00	0,00	66	1,47
Mei-12	0,00	0,00	58	1,06



Gambar 65. Kuantitas Total Kerusakan Ruas Dusun Babakan-Ciaul



Gambar 66. Nilai Kekesatan Ruas Dusun Babakan-Ciaul



Gambar 67. Nilai Kedalaman Tekstur Ruas Dusun Babakan-Ciaul

Perkerasan dengan teknologi *Otta seal* pada ruas Babakan-Ciaul yang dilaksanakan pada tahun 2011 dan sampai dengan Mei 2012 memiliki umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 6 bulan.

- Kondisi visual untuk seksi 1 dan seksi 3 belum mengalami kerusakan, sedangkan pada seksi 2 sudah mengalami pelepasan butir, namun kuantitas kerusakan yang terjadi masih di bawah 6%. Penyebab terjadinya kerusakan pada seksi 2 sebagai akibat terjadinya genangan air pengaruh kurang baiknya kemiringan melintang permukaan jalan serta tingginya elevasi lubang pembuangan air di atas jembatan.
- Dari segi nilai kekesatan yang diuji dengan alat *British Pendulum Tester (BPT)* masih memiliki nilai di atas 45, artinya permukaan jalan memiliki kekesatan yang masih cukup baik.
- Kondisi kedalaman tekstur permukaan yang di uji dengan metode lingkaran pasir (*sand patch*) mempunyai nilai kedalaman tekstur di atas 0,50 mm, artinya tekstur permukaan masih dalam keadaan terbuka atau masih banyak rongga.

Kinerja perkerasan yang menggunakan teknologi *otta seal* yang sudah memiliki umur layan jalan kurang lebih 6 bulan, secara umum menunjukkan kondisi perkerasan jalan masih baik meskipun sudah ada yang mengalami pelepasan butir, permukaan jalan memiliki kekesatan yang cukup baik dan tekstur permukaan masih dalam keadaan terbuka atau masih banyak rongga.

6.6. Kinerja Perkerasan dengan Teknologi Bahan Lokal

Data hasil monitoring pada perkerasan jalan teknologi pemanfaatan bahan lokal diwakilkan pada ruas Bandara- Pelabuhan dengan tahun pelaksanaan 2011 dan hasil pemantauan sampai dengan Maret 2012, seperti disajikan pada Gambar 68.



Gambar 68. Lokasi Perkerasan dengan Teknologi Bahan Lokal

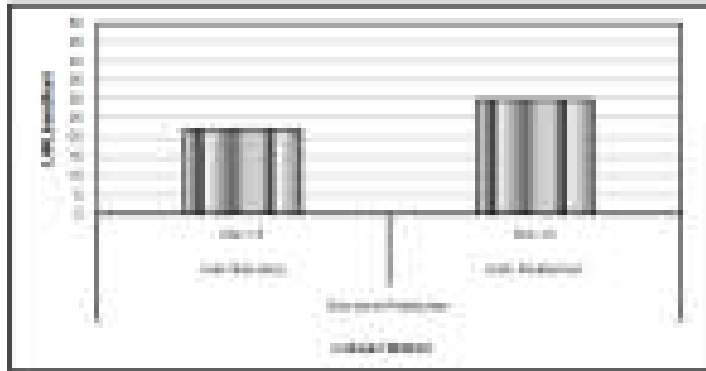
1) Survey Lalu Lintas

Hasil survey lalu lintas yang dapat dilayani pada ruas ini sampai dengan pemantauan Maret 2012, seperti disajikan pada Tabel 33, Gambar 69 dan Gambar 70.

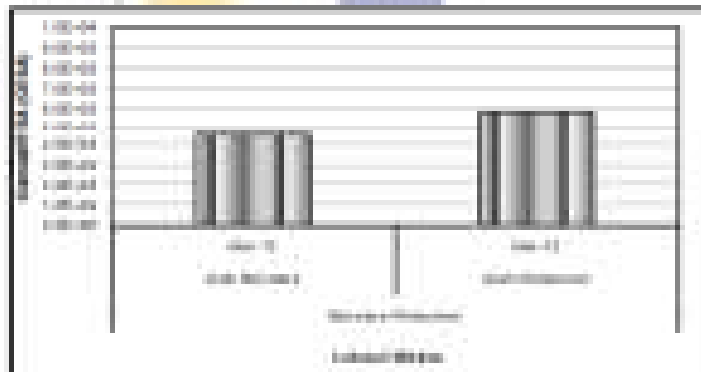


Tabel 33. Data LHR dan Kumulatif ESA Ruas Bandara - Pelabuhan

No	Ruas	LHR (Kendaraan/hari)	Kumulatif ESA (CESA)
1	Bandara-Pelabuhan		
	– Arah Bandara		
	Mar-12	22	4,591
	– Arah Pelabuhan		
	Mar-12	30	5,845



Gambar 69. Nilai LHR Ruas Bandara- Pelabuhan



Gambar 70. Nilai Kumulatif ESA Ruas Bandara- Pelabuhan

## 2) Kondisi Permukaan Perkerasan

Kondisi permukaan perkerasan pada ruas ini menampilkan nilai kondisi perkerasan dan ketidakrataan sampai dengan Maret 2012 yang disajikan pada Tabel 34.

- Nilai kuantitas kerusakan pada ruas ini masih cukup kecil atau hampir belum ada kerusakan. Namun demikian

kemungkinan terindikasi adanya retak dini yang akan terjadi pada arah Bandara.

- Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, jadi ditinjau dari kondisi fungsional masih baik dan cukup nyaman.

Tabel 34. Data Kondisi Permukaan Perkerasan Ruas Bandara- Pelabuhan

Ruas	Kuantitas Total Kerusakan		Ketidakrataan, IRI (m/km)		
	m <sup>2</sup>	%	Maks	Min	Rata2
1. Arah Pelabuhan					
Mar-12	0,00	0,00	4,58	2,32	3,61
2. Arah Bandara					
Mar-12	0,01	0,00	4,46	2,96	3,92

### 3) Indeks Permukaan (*Present Serviceability Index*, PSI)

Berdasarkan data nilai ketidakrataan, kerusakan dan kedalaman alur yang terjadi maka diperoleh nilai indeks permukaan atau yang dikenal dengan istilah *Present Serviceability Index* (PSI). Nilai PSI untuk ruas jalan tersebut disajikan pada Tabel 35.

Berdasarkan pemantauan sampai dengan Maret 2012, nilai PSI adalah untuk arah Bandara 2,84 dan arah Pelabuhan 2,67, jadi berdasarkan nilai PSI kondisi jalan masih cukup baik.

Tabel 35. Data PSI Ruas Bandara-Pelabuhan

Ruas/Waktu Survey	PSI	
	Lajur Lambat	Lajur Cepat
Bandara-Pelabuhan		
- Arah Bandara		
Mar-12	2,84	-
- Arah Pelabuhan		
Mar-12	2,67	-

### 4) Karakteristik Campuran

Dari hasil pengambilan contoh di lapangan dan pengujian yang dilakukan di laboratorium didapat karakteristik campuran berupa nilai kepadatan lapangan serta rongga dalam campuran sampai dengan Maret 2012, seperti disajikan pada Tabel 36.

Pada Tabel 36 terlihat bahwa rongga dalam campuran masih cukup tinggi dan memenuhi persyaratan. Indikasi penurunan rongga dalam campuran relatif kecil karena lalu lintas yang menggunakan ruas jalan ini relatif kecil.

Tabel 36. Karakteristik Campuran ACWC Ruas Bandara-Pelabuhan

Jenis Campuran/Waktu Survey	Karakteristik Campuran			
	Kepadatan (gr/cc)		Rongga dalam campuran (%)	
	Arah Bandara	Arah Pelabuhan	Arah Bandara	Arah Pelabuhan
Mar-12	2,223	2,214	5.3	5,6

Perkerasan dengan teknologi bahan lokal pada ruas Pelabuhan-Bandara yang telah dilaksanakan pada tahun 2011 dan sampai dengan Maret 2012, umur layan jalan kurang lebih sudah mencapai 4 bulan.

- Kondisi visual perkerasan sudah dijumpai mengalami retak meskipun kuantitas kerusakan masih kecil. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, artinya permukaan jalan masih relatif baik. Nilai ketidakrataan rata-rata masih di bawah 6 m/km, jadi ditinjau dari kondisi fungsional masih baik dan cukup nyaman. Berdasarkan kinerja fungsional pada ruas jalan ini masih cukup baik dengan nilai PSI berkisar antara 2,6 sampai 2,8.
- Dari hasil pengambilan contoh di lapangan dan pengujian laboratorium diperoleh karakteristik campuran berupa nilai rongga dalam campuran rata-rata 5,5%. Berdasarkan data rongga dalam campuran serta lalu lintas yang dilayani relatif sedikit maka tendensi terjadinya kerusakan terutama kerusakan deformasi plastis relatif aman.

Kinerja perkerasan beraspal yang menggunakan teknologi bahan lokal dengan umur layan jalan kurang lebih 4 bulan, secara umum masih menunjukkan kondisi fungsional rata-rata masih baik. Disamping itu, berdasarkan karakteristik campuran memiliki nilai kepadatan dan rongga campuran di lapangan masih cukup aman.

# 7

## PENUTUP

Pelaksanaan monitoring dan evaluasi yang telah dilakukan mencakup teknologi bahan yang memiliki nilai struktural dan yang hanya bersifat fungsional. Di samping itu teknologi yang diuji coba memiliki peruntukan yang berbeda-beda, yaitu ada yang melayani lalu lintas berat, sedang dan ringan. Berdasarkan hasil monitoring diperoleh hal-hal sebagai berikut :

- a. Teknologi daur ulang memiliki umur layan sesuai rencana dan kondisi fungsionalnya masih baik.
- b. Teknologi SMA dan *Porous Asphalt* merupakan teknologi campuran beraspal yang memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi (alur). Kinerja kedua teknologi ini dipandang masih kurang optimal karena sebaiknya ditempatkan di atas konstruksi yang memiliki kekuatan yang baik. Khusus untuk teknologi *Porous Asphalt* sebaiknya diaplikasikan pada lokasi yang memiliki bebas kotoran untuk meminimalkan terjadinya penyumbatan (*clogging*). Untuk kedua teknologi ini diperlukan kualitas agregat dan aspal yang lebih baik karena kekuatannya mengandalkan kontak antara butiran agregat serta bahan pengikat aspal yang tidak mudah mengalami penuaan (*aging*).
- c. Teknologi campuran beraspal panas lapis permukaan dengan aspal modifikasi memiliki kinerja cukup baik, baik kondisi struktural maupun

kondisi fungsionalnya. Untuk itu, teknologi ini memiliki umur layan sesuai umur rencana.

- d. Teknologi *Otta Seal* digunakan untuk ruas jalan yang melayani lalu lintas rendah serta berfungsi lapisan fungsional, yaitu untuk kenyamanan serta melindungi perkerasan yang berada dibawahnya dari pengaruh air permukaan (seperti air hujan). Hasil monitoring menunjukkan kondisi masih cukup baik sehingga untuk mengetahui kinerjanya diperlukan monitoring lanjutan.
- e. Teknologi bahan lokal dan sub standar (Batu Karang dan Pasir Laut) diaplikasikan untuk ruas-ruas jalan yang melayani lalu lintas rendah hingga sedang. Monitoring pada teknologi bahan lokal dan sub standar ini baru dilakukan satu kali dan kondisi struktural dan kondisi fungsional di lapangan masih baik. Untuk mengetahui kinerja perkerasan dengan menggunakan teknologi ini pengaruh beban lalu lintas serta pengaruh lingkungan masih diperlukan monitoring lanjutan.



## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 2008. *Standard Specification for Superpave Volumetric Mix Design AASHTO Designation M 323-07*. Washington, DC.
- AAPA, 2004. *Code of Practice: "Manufacture, Storage and Handling of Polymer Modified Binders", First Edition*. Australian Asphalt Pavement Association Limited (AAPA), Australia.
- American Association of State Highways and Transportation Officials (1993), *Guide for Design of Pavement Structures*, AASHTO, Washington D.C.
- Bina Marga (2008), Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Jakarta.
- Bongsu Samosir (2011), Laporan Akhir Pembuatan Prototipe Teknologi Jalan Berbiaya dan Bervolume Rendah (Full Scale Atau Prototype Jalan Yang Bervolume Rendah), Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Brian D. Prowell, P.E. and Richard J. Schreck (2000). "Virginia's Use of Laboratory Wheel-Tracking as A Mix Performance Predictor", World of Asphalt Pavements 1<sup>ST</sup> International Conference. Sydney Australia.
- Djoko Widayat et al. (1990), *Roughness Calibration Studies Using Different Measuring System*, Road engineering Division, Institute of Road engineering, Bandung, Indonesia.
- Djoko Widajat (2008), Laporan Akhir Kajian dan Monitoring Hasil Uji Skala Penuh *Recycling*, Asbuton, Campuran Beraspal Panas, Tailing, Penanganan Tanah Lunak Ruas Caruban – Ngawi Bidang Jalan, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Djoko Widayat (2010), Pengembangan Teknologi Pemanfaatan Bahan Lokal dan Bahan Sub Standar, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung,
- I. Nyoman Widana Negara dan Tjokorde Gede Suwarsa Putra (2010), Potensi Batu Kapur Nusa Penida Sebagai Agregat Perkerasan Jalan, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 14, No. 1, Bali.
- Iriansyah (2010-a), Laporan Akhir Monitoring dan Evaluasi Pemanfaatan Perkerasan Lentur dan Komposit, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.

- Iriansyah (2010-b), Laporan Akhir Kajian dan Pengawasan Uji Skala Penuh Teknologi SMA dan Porous Asphalt, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung,
- Iriansyah (2011), Laporan Akhir Kinerja Campuran Beraspal Khusus SMA dan *Porous Asphalt*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Iwan Riswan (2010), Laporan Akhir Monitoring dan Evaluasi Pemanfaatan Perkerasan Lentur dan Komposit, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Kandhal P.S, Mallick R.B, Brown E.R (1998). *Hot Mix Asphalt for Intersection In Hot Climate. NCAT Report No. 98-6 March 1998*, National Centre for Asphalt Technology Auburn University, Alabama.
- Laswar Gombilo Bitu, Muhammad Kalman (1992), Pemanfaatan Pasir Laut Tanjung Alang sebagai Agregat Halus pada Campuran HRS, Fakultas Teknik Jurusan Sipil-Unidayan, Baubau.
- Nyoman Suaryana (2008), Laporan Akhir Kajian Pelaksanaan Teknologi Daur Ulang dengan Campuran Beraspal Panas di Ruas Jalan Cirebon-Losari, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Sayers et al. (1986), *The International Road Riding Quality Experiment, Establishing Correlation and Calibration Standard for Measurements, Technical Paper 45*, World Bank, Washington D.C.
- Silvester Fransisko (2011), Kajian dan Pengawasan Uji Skala Penuh Teknologi Bahan Perkerasan dengan Pemanfaatan Bahan Lokal dan Sub Standar (Batu Karang dan Pasir Laut, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- The Asphalt Institute (1986). *Asphalt Hot-Mix Recycling*, The Asphalt Institute Manual Series No 20 (MS-20) Second Edition. Maryland, USA.
- Tjitjik Wasiah Suroso (2007), Peningkatan Kinerja Campuran Beraspal dengan Karet Alam dan Karet Sintesis, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Transport and Road Research Laboratory (1969), Instructions for Using The Portable Skid Resistance Tester, TRRL.
- Wirtgen (2004). "Cold Recycling Manual". Germany, Wirtgen
- Yoder, E.J. and M. W. Witzak (1975), *Principle of Pavements Design, Second Edition*, John Wiley and Sons Inc, New York.