



## Hasil Bongkaran Perkerasan Jalan sebagai Bahan Lapis Fondasi Jalan Raya

**Sri Widodo**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta 57102  
E-mail : sri\_widodo@ums.ac.id

**Senja Rum Harnaeni**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta 57102

**Lukman Hakim**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta 57102

### Abstract

*Almost 40% of road in Indonesia are damaged. To obtain the maximum result of road improvement, the surface course (asphalt pavement) of the damaged road should be removed. Considering the number of quarries of road pavement materials are limited in the future and the costs are getting more expensive, it is important to do research on recycling asphalt pavement material as road base material. The objective of this research is to examine the use of asphalt pavement removal as road base material. Laboratory test was conducted to investigate the properties of the removal road asphalt pavement and then compared with specification of road base material Bina Marga. The tests include abrasion test, particles size distribution, density and California Bearing Ratio (CBR). Research was initiated by investigating the removal of asphalt pavement material, followed by removal of asphalt pavement material + new aggregate, and the addition of 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 2.5% portland cement to the mixture of removal of asphalt pavement material and new aggregate. The result shows that adding 0.5% and 2.5% portland cement to the aggregate mixture can improve the CBR of aggregate mixture by 36% and 94%, which means the mixture of aggregate can be used as sub base and base material of road.*

**Keywords:** Removal of road asphalt pavement, Cement, CBR, Road base.

### Abstrak

*Hampir 40% jalan di Indonesia mengalami kerusakan. Untuk memperoleh hasil yang maksimum dalam perbaikan jalan, lapis permukaan (perkerasan aspal) jalan yang rusak harus dibongkar. Mengingat bahan perkerasan jalan saat ini sumbernya semakin sedikit dan harganya semakin mahal, maka perlu diadakannya penelitian mengenai pemanfaatan kembali bahan hasil bongkaran perkerasan aspal jalan sebagai bahan lapis fondasi jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pemanfaatan hasil bongkaran perkerasan aspal jalan sebagai bahan lapis fondasi jalan. Penelitian dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sifat-sifat bahan hasil bongkaran perkerasan aspal jalan untuk kemudian dibandingkan dengan spesifikasi bahan fondasi jalan Bina Marga. Pengujian meliputi keausan agregat, distribusi ukuran butir, kepadatan dan California Bearing Ratio (CBR). Penelitian dimulai dengan menguji material hasil bongkaran perkerasan aspal jalan, diikuti campuran bongkaran perkerasan aspal jalan + agregat baru dan penambahan semen pada campuran bongkaran perkerasan jalan dan agregat baru. Penambahan semen terhadap campuran bongkaran perkerasan aspal jalan dan agregat baru adalah 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan semen sebesar 0,5% dan 2,5% dapat memperbaiki nilai CBR nya masing-masing 36% dan 94% sehingga dapat digunakan sebagai bahan fondasi bawah dan fondasi atas jalan raya.*

**Kata-kata Kunci:** Bongkaran perkerasan aspal jalan, Semen, CBR, Fondasi jalan.

## Pendahuluan

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang paling dominan di Indonesia. Sekitar 85% dari seluruh perjalanan di Jawa dan Sumatera menggunakan moda transportasi jalan raya. Akan tetapi sangat disayangkan bahwa hampir 40 % jaringan jalan yang ada di Indonesia mengalami kerusakan ringan hingga kerusakan berat. Jaringan jalan nasional pada tahun 2002 mencapai 330.495 km. Secara keseluruhan jalan yang rusak meliputi jalan negara sekitar 12% (3.224 km) jalan propinsi sekitar 34 % (12.636 km), sementara jalan kabupaten yang rusak mencapai 47% (113.244 km) (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2005).

Penanganan kerusakan jalan bisa dilakukan dengan cara tambal sulam atau kalau diperkirakan perkerasan sudah tidak kuat lagi menahan beban lalu lintas yang ada, maka peningkatan kekuatan jalan bisa dilakukan dengan pemberian lapis tambahan perkerasan. Penanganan dengan cara tambal sulam kadang kurang efektif karena bahan yang digunakan untuk memperbaiki kerusakan tidak sebaik bahan perkerasan aslinya. Demikian pula pemberian lapisan tambahan perkerasan kadang-kadang tidak mempunyai umur yang lama. Hal ini disebabkan bahan perkerasan lama kondisinya sudah rusak sehingga perkerasan yang baru terletak pada perkerasan lama yang kuat dukungannya sudah menurun karena mengalami kerusakan. Selain itu pemberian lapisan tambahan juga bisa memberikan efek samping yang kurang menguntungkan. Efek samping tersebut antara lain tertutupnya lubang saluran drainase samping, median jalan yang menjadi rendah, bertambah besarnya beban mati jembatan, dan lain-lain (Brock and Richmond, 2006).

Cara yang tepat untuk memperbaiki kerusakan jalan adalah dengan membongkar lapisan perkerasan jalan yang rusak tersebut dan menggantinya dengan bahan perkerasan baru yang kualitasnya baik. Akan tetapi pembongkaran lapis perkerasan yang rusak juga membutuhkan biaya dan hasil bongkaran perkerasan itu sendiri juga bisa menjadi limbah yang pembuangannya sendiri juga membutuhkan biaya. Maka akan lebih baik jika hasil bongkaran perkerasan jalan tersebut didaur ulang untuk dijadikan bahan perkerasan jalan sehingga setidaknya tidaknya bisa menghemat agregat yang saat ini harganya semakin mahal. Akan tetapi perlu diteliti sejauh mana bahan hasil bongkaran perkerasan jalan tersebut bisa di gunakan sebagai bahan lapis perkerasan jalan baik itu sebagai lapis pondasi

bawah, lapis pondasi atas maupun lapis permukaan.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mencari metode memanfaatkan hasil bongkaran perkerasan aspal jalan lama sebagai bahan lapis fondasi jalan. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik material hasil bongkaran perkerasan lama dalam kondisi (1) Asli (2) Dicampur dengan agregat baru (3) Dicampur dengan agregat baru dan kemudian distabilisasi dengan semen. Masing-masing kondisi tersebut di analisis kemungkinannya untuk bisa digunakan sebagai bahan fondasi jalan raya.

### *Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*

Di Amerika Serikat penggunaan material bongkaran perkerasan aspal (*reclaimed asphalt pavement*) pada campuran aspal panas telah dilakukan secara besar-besaran. Penggunaan material *RAP* mencapai 50 % dari campuran aspal panas (Philips, 2004). Di Amerika telah dikembangkan alat yang digunakan untuk menggaruk perkerasan jalan lama (*milling machine*), *stone crusher* dan *screening plant* untuk memecah material *RAP* dan memisahkannya menjadi beberapa fraksi agregat dan juga *Asphalt Mixing Plant* yang digunakan untuk mencampur kembali material *RAP* ini menjadi campuran aspal panas yang baru. Penggunaan *RAP* dalam campuran aspal panas sebanyak 40 % dapat menghemat 3,58 US\$ per ton (Philips, 2004).

Berdasarkan tempat pelaksanaan daur ulang dikenal beberapa teknik daur ulang yaitu daur ulang di lapangan (*in place*) dan ditempat pencampuran (*in plant*). Daur ulang di lapangan dilakukan dengan cara mencampur bahan hasil garukan dan bahan tambah yang diperlukan dengan menggunakan alat pencampur yang tersedia di lapangan. Hasil pencampuran langsung digelar dan dipadatkan. Untuk daur ulang di tempat, pencampuran hasil garukan dibawa ke alat pencampur untuk diperbaiki *properties*nya, kemudian dibawa lagi ke lapangan untuk digelar dan dipadatkan. Berdasarkan cara pencampurannya daur ulang dibagi menjadi 2, yaitu daur ulang campuran dingin (*cold recycling*) dan daur ulang campuran panas (*hot recycling*). Pada daur ulang campuran dingin digunakan bahan pengikat yang tidak memerlukan pemanasan seperti misalnya *portland cement*, aspal emulsi dan *foam bitumen*. Untuk daur ulang campuran panas dilakukan jika digunakan pengikat aspal beton, yang untuk pencairannya memerlukan pemanasan.

**Tabel 1. Persyaratan fondasi agregat**

Sifat	Klas A	Klas B
Abrasi agregat kasar (AASHTO T96-74)	0 – 40 %	0 – 40 %
Indeks Plastisitas ( AASHTO T90 – 70 )	0 – 6	4 – 10
Batas Cair (AASHTO T 98 – 68 )	0 – 25	0 - 35
Hasil kali Indeks Plastisitas dengan persentase lolos saringan 75 micron	25 maks.	---
Bagian yang lunak ( AASHTO T 112 – 78 )	0 – 5 %	0 – 5 %
CBR ( AASHTO T 193 )	90 min.	60 min.

Sumber : Bina Marga, 2010

Teknologi daur ulang campuran dingin dengan *foam bitumen* telah diuji coba pada jalan pantura Jawa Barat (Widayat, 2009). Dari hasil pengujian kinerja di laboratorium dan pengamatan pasca konstruksi di lapangan menunjukkan bahwa karakteristik campuran yang direncanakan dapat dicapai di lapangan setelah campuran berusia beberapa hari dan jalan telah menerima beban lalu lintas. Teknologi daur ulang campuran panas juga pernah diuji di lapangan pada ruas jalan Cirebon-Losari (Suaryana, 2009). Hasil penelitian setelah perkerasan berumur 5 bulan menyimpulkan bahwa pemakaian *RAP* dalam campuran aspal panas harus memperhatikan karakteristik aspal dan kadar air *RAP*. Penetrasi aspal dalam *RAP* yang rendah menyebabkan penurunan penetrasi aspal gabungan. Sedang kadar air yang tinggi dalam *RAP* menyebabkan penurunan temperatur campuran aspal panas. Pemakaian *RAP* kurang dari 15 % masih dapat dilaksanakan dengan baik dan memenuhi spesifikasi campuran.

### Lapis Fondasi Jalan Raya

Secara garis besar konstruksi perkerasan lentur jalan raya dibagi menjadi 3 lapis, yaitu lapis fondasi bawah (*subbase course*), lapis fondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*). Bahan lapis fondasi pada umumnya terdiri dari agregat tanpa bahan pengikat sedang lapis permukaan digunakan bahan pengikat aspal untuk perkerasan fleksibel dan bahan pengikat semen untuk perkerasan kaku. Di Bina Marga dikenal 2 bahan lapis fondasi agregat, yaitu klas A dan klas B. Fondasi agregat klas A untuk lapis fondasi atas, sedang lapis fondasi agregat klas B untuk lapis fondasi bawah. Persyaratan bahan fondasi agregat adalah seperti pada **Tabel 1**. Selain itu agregat bahan fondasi harus memenuhi persyaratan gradasi yang tertuang pada **Tabel 2**.

### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

Tahap I : Identifikasi material *RAP*

Bahan *RAP* berasal dari hasil pembongkaran jalan Solo-Sragen. Untuk identifikasi material *RAP* dilakukan pengujian abrasi, gradasi dan ekstraksi. Pengujian abrasi untuk mengetahui keausan material *RAP*, analisa saringan untuk mengetahui pembagian butiran material *RAP*, uji ekstraksi untuk mengetahui kadar aspal yang terkandung dalam material *RAP*.

**Tabel 2. Persyaratan gradasi bahan lapis fondasi agregat**

Ukuran Ayakan (mm)	Persen Berat Lolos	
	Klas A	Klas B
50,0	100	100
37,5	100	88 - 95
25,0	79 – 85	70 - 85
9,50	44 – 58	30 - 65
4,75	29 – 44	25 - 55
2,00	17 – 30	15 – 40
0,425	7 – 17	8 – 20
0,075	2 – 8	2 – 8

Sumber : Bina Marga, 2010

Tahap II : Identifikasi agregat baru dan filler abu batu.

Agregat baru ini ditambahkan ke dalam material *RAP* dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas *RAP* tersebut. Untuk identifikasi agregat baru ini dilakukan pengujian abrasi dan gradasi. Abu batu juga ditambahkan karena bahan fondasi jalan memerlukan fraksi yang lolos saringan no.200 yang mana fraksi ini kemungkinan tidak terdapat pada material *RAP* maupun agregat baru.

Tahap III : Pengujian kepadatan dan *CBR*

Pengujian kepadatan dengan menggunakan alat *Modified Compaction est* Metode D untuk mencari kadar air optimum dan kepadatan maksimum. Dengan berpedoman pada kadar air optimum tersebut kemudian bahan dipadatkan lagi dengan alat kepadatan *Modified Proctor* yang selanjutnya dilakukan pengujian *CBR*. Dalam pengujian *CBR* ini dibuat 3 buah sampel dan nilai *CBR* yang dilaporkan adalah merupakan rata-rata dari 3 sampel tersebut. Nilai *CBR* merupakan nilai kuat dukung bahan fondasi jalan. Pengujian kepadatan dan *CBR* ini dilakukan terhadap bahan *RAP* asli, *RAP* + Agregat + *Filler* abu batu dan *RAP* + Agregat + *Filler* abu batu + Semen. Fungsi

semen di sini adalah untuk meningkatkan nilai *CBR* nya.

Tahap IV : Analisa hasil pengujian sebagai bahan lapis fondasi jalan

Analisa dilakukan dengan berpedoman pada spesifikasi teknik jalan yang dikeluarkan oleh Bina Marga 2010 seperti yang tertuang pada Tabel 1 dan Tabel 2. Analisa dilakukan terhadap bahan *RAP* asli, *RAP* + Agregat + *Filler* dan *RAP* + Agregat + *Filler* + Semen. Dari hasil analisa ini diharapkan akan diketahui model bahan yang dapat memenuhi persyaratan lapis fondasi jalan

**Hasil dan Pembahasan**

**Material Bongkaran Perkerasan Jalan**

Material bongkaran perkerasan jalan berasal dari ruas jalan Solo-Sragen yang dibongkar lapis perkerasan aspalnya pada tahun 2008. Material bongkaran perkerasan jalan yang digunakan kembali sebagai *RAP*, dilepaskan dulu dari gumpalan sehingga diperoleh bahan *RAP* yang siap pakai seperti terlihat pada Gambar 1. *RAP* tersebut selanjutnya diuji karakteristiknya yang meliputi pengujian kadar aspal, abrasi agregat dan gradasi. Selain itu untuk mengetahui kuat dukungnya sebagai bahan alternatif fondasi jalan diuji pula kepadatan dan nilai *California Bearing Ratio (CBR)* nya. Hasil pengujian material *RAP* tersebut adalah seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4. Tabel 3 merupakan hasil pengujian abrasi, kadar aspal, kepadatan maksimum dan kadar air

optimum. Tabel 4 menunjukkan hasil distribusi ukuran butiran material *RAP*.



**Gambar 1. Material RAP dari ruas jalan Solo-Sragen**

Ditinjau dari spesifikasi bahan fondasi jalan raya, material *RAP* tersebut tidak dapat digunakan sebagai bahan fondasi jalan karena nilai abrasinya terlalu tinggi. Ini menunjukkan bahwa material *RAP* tersebut agregatnya sudah terlalu rapuh. Demikian pula nilai *CBR* nya juga tidak bisa mencapai nilai *CBR* minimum yang disaratkan untuk bahan fondasi jalan raya. Ini menunjukkan bahwa material *RAP* tersebut kuat dukungnya terlalu lemah jika digunakan sebagai bahan fondasi jalan raya, walaupun distribusi butiran agregatnya boleh dikatakan memenuhi syarat sebagai bahan fondasi jalan klas B.

**Tabel 3. Hasil pengujian material RAP**

Jenis pengujian	Hasil	Spesifikasi bahan fondasi jalan	
		Klas A	Klas B
Abrasi agregat, %	59,60	40 maks.	40 maks.
Kadar aspal, %	4,55	-	-
Kepadatan maksimum, gr/cm <sup>3</sup>	2,25	-	-
Kadar air optimum, %	5,00	-	-
California Bearing Ratio (CBR), %	26,80	90 min.	60 min.

**Tabel 4. Distribusi butiran material RAP**

Ukuran butiran (mm)	Persen lolos	Spesifikasi bahan fondasi jalan	
		Klas A	Klas B
50,0	100	100	100
37,5	100	100	88 – 95
25,0	94	79 - 85	70 – 85
9,50	82,6	44 – 58	30 – 65
4,75	58,5	29 – 44	25 – 55
2,00	31,5	17 – 30	15 – 40
0,425	10,1	7 – 17	8 – 20
0,075	1,9	2 – 8	2 - 8

**Tabel 5. Distribusi butiran campuran RAP, agregat baru dan abu batu**

Ukuran butiran (mm)	% lolos			55% RAP 40% Agregat 5% Abu batu	Spesifikasi	
	RAP	Agregat	Abu batu		Klas A	Klas B
50,0	100	100	100	100.0	100	100
37,5	100	100	100	100.0	100	88 – 95
25,0	90	40	100	82.5	79 - 85	70 – 85
9,50	82.6	0.8	100	50.8	44 – 58	30 – 65
4,75	58.5	0.6	100	37.4	29 – 44	25 – 55
2,00	35	0.5	100	22.0	17 – 30	15 – 40
0,425	10.1	0.3	100	10.7	7– 17	8 – 20
0,075	1.9	0.2	100	6.1	2 – 8	2 - 8

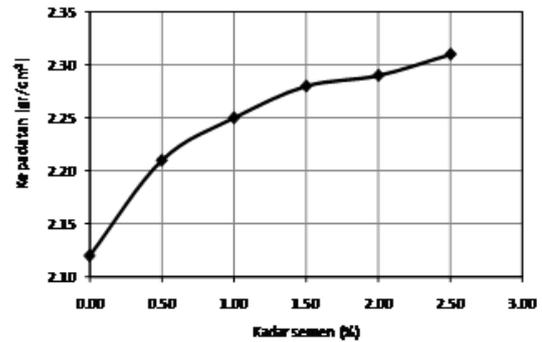
**Material RAP + Agregat + Abu batu**

Mengingat material RAP asli tidak bisa memenuhi spesifikasi bahan lapis fondasi jalan, selanjutnya dicoba ditambahkan agregat batu pecah baru yang diharapkan bisa memperbaiki kualitas material RAP. Campuran yang digunakan untuk menghasilkan bahan lapis fondasi baru adalah 55% RAP, 40% agregat baru dan 5% abu batu. Dari hasil pengujian abrasi agregat campuran diperoleh nilai keausan agregat 36%. Berarti agregat campuran ini abrasinya dapat memenuhi persyaratan baik untuk bahan fondasi Klas A dan Klas B. Demikian pula distribusinya dapat memenuhi spesifikasi bahan fondasi jalan raya yang dikeluarkan oleh Bina Marga 2010 (Tabel 5). Material campuran ini mempunyai kepadatan maksimum 2,12 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 5,5%. Nilai kepadatan maksimum ini mengalami sedikit penurunan jika dibandingkan dengan material RAP asli. Dari hasil pengujian CBR diperoleh nilai CBR campuran = 26,37%. Dengan demikian walaupun gradasi dan abrasinya dapat memenuhi spesifikasi bahan lapis fondasi jalan raya, akan tetapi bahan campuran ini belum mempunyai kuat dukung yang cukup sebagai bahan lapis fondasi jalan raya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai CBR nya yang belum dapat mencapai nilai minimum bahan fondasi perkerasan lentur jalan raya.

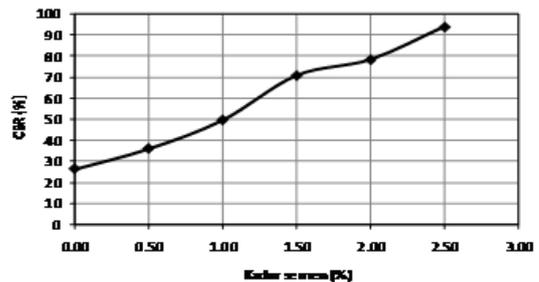
**Material RAP + Agregat + Abu batu + Semen**

Mengingat bahwa penambahan agregat baru belum dapat memenuhi spesifikasi bahan lapis fondasi jalan raya, maka selanjutnya dicoba distabilisasi dengan semen. Dicoba kadar semen mulai dengan 0,50% sampai 2,5% terhadap berat kering agregat. Penambahan semen pada campuran agregat tidak begitu berpengaruh terhadap nilai kepadatan maksimumnya seperti terlihat pada Gambar 2. Akan tetapi penambahan semen pada campuran RAP dan agregat menunjukkan penambahan nilai CBR yang cukup signifikan. Seperti terlihat pada Gambar 3, penambahan semen sebesar 0,5% mempunyai nilai CBR = 36%, yang berarti dapat memenuhi

persyaratan bahan fondasi Klas B yaitu untuk lapis fondasi bawah. Selanjutnya setiap penambahan semen sebesar 0,5% memberikan kenaikan nilai CBR yang cukup berarti. Akan tetapi baru pada penambahan semen sebesar 2,5% nilai CBR nya bisa mencapai 94% yang berarti bisa memenuhi syarat sebagai bahan lapis fondasi Klas A atau bahan lapis fondasi atas.



**Gambar 2. Hubungan antara kadar semen dan nilai kepadatan**



**Gambar 3. Hubungan antara kadar semen dan nilai CBR**

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian terhadap material RAP asal jalan raya Solo-Sragen dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Material hasil pembongkaran perkerasan aspal jalan raya Solo-Sragen secara langsung tidak bisa digunakan sebagai lapis fondasi jalan,

karena Abrasi dan *CBR* nya tidak bisa memenuhi spesifikasi bahan fondasi jalan baik untuk *subbase* (klas B) dan *base* (klas A)

2. Dengan penambahan agregat baru dan *filler* abu batu juga belum bisa digunakan sebagai bahan fondasi jalan. Walaupun gradasi campurannya bisa memenuhi spesifikasi lapis fondasi bawah (klas B) akan tetapi *CBR* nya masih dibawah persyaratan minimum yaitu 35%.
3. Penambahan semen 0,5% dan 2,5% pada campuran *RAP* dan agregat dapat menaikkan nilai *CBR* nya sampai 36% dan 94% sehingga campuran tersebut dapat digunakan sebagai bahan lapis fondasi bawah dan fondasi atas jalan.

### Saran

Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penggunaan kembali bahan bongkaran perkerasan jalan sebaiknya hanya terbatas untuk bahan lapis fondasi bawah saja. Penggunaan untuk lapis fondasi atas perlu dipertimbangkan biaya penggunaan *filler* semen, kemungkinan akan memakan biaya yang lebih mahal jika dibandingkan dengan menggunakan agregat baru semuanya.
2. Penggunaan kembali bahan bongkaran perkerasan jalan sebaiknya juga untuk lokasi yang dekat dengan lokasi pembongkaran

tersebut. Seperti misalnya untuk pelebaran jalan atau untuk pembuatan *hard shoulder*.

3. Perlu diteliti penggunaan material *RAP* untuk campuran beton aspal, hal ini mengingat agregat baru *quarry* nya semakin sedikit dan harganya semakin mahal

### Daftar Pustaka

Brock, J.D. and Jeff L. Richmond, J.L., 2006. *Milling and Recycling*, ASTEC Inc., USA.

Bina Marga, 1998. *Spesifikasi Umum Proyek Rehabilitasi/Pemeliharaan Jalan dan Jembatan Propinsi DIY*.

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2005. *Masterplan Transportasi Darat*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan, Jakarta.

Phillips, T., 2004. State-of-the-art RAP Processing, *Hot-Mix Magazine Vol. 9 No. 2*, Tennessee USA.

Suaryana, N., 2009. *Kajian Pelaksanaan Teknologi Daur Ulang Dengan Campuran Beraspal Panas di Ruas Jalan Cirebon-Losari*, Kolokium Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Bandung.

Widayat, D., 2009. Uji Coba Teknologi Daur Ulang Campuran Dingin Dengan Foam Bitumen Pada Jalan Pantura Jawa Barat, *Jurnal Puslitbang Jalan dan Jembatan Vol.26 No.1*, Bandung.