

INVESTIGASI SIFAT *ADHESI* FISIK, NILAI *CBR* DAN KETAHANAN DEFORMASI BAHAN *RAP*

Muhammad Abdul Kholiq¹⁾, Sri Sunarjono²⁾, Agus Riyanto²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta

²⁾Dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: Muhammad.kholiq1510@gmail.com, Sri.Sunarjono@ums.ac.id

Abstract

Pavement recycling or RAP (Reclaimed asphalt pavement) one solution to overcome the problems of the road. The aim of research utilizing waste pavement and modified in order to improve the quality of RAP mixture to be used again. Laboratory test methods for material and aggregate new RAP. The study was conducted preparation of tools and materials, abrasion tests, density, gradation analysis, density analysis, test Dynamic Static immersion test and immersion test. Examination using a CBR (California Bearing Ratio) and appliance UTM (Universal Testing Machine). Research made 24 test specimens. Research investigating the physical adhesion properties, the value of CBR and deformation resistance showed good physical adhesion value, but the new aggregate value better than RAP material, as well as the value of CBR and deformation resistance. Results of static immersion test average of 98.48 RAP, new aggregate 99.87. RAP dynamic testing immersion test average of 97.36, a new aggregate 99.54. RAP test maximum density of 1.64 g / cm³, the optimum water content of 5.1%, the CBR value 32.06, the value of UTM = 33.50. The new aggregate density of 1.74 g / cm³, the optimum water content of 5.6%, the value of CBR = 78.50 and the value of UTM = 59.96. RAP deformation testing tool CBR = 0.10 inches (650lb), new aggregate = 0.06 inches (1700lb). RAP deformation testing tool UTM = 0.27 inches (1200lb), new aggregate = 0.12 inches (940lb). research concluded RAP and aggregate new material has good adhesion values but RAP material bearing capacity and deformation values have low quality.

Keywords: *RAP, Fresh aggregate, Adhesion, CBR, Deformation.*

1. LATAR BELAKANG

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang sering digunakan masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari, tidak terkecuali masyarakat desa ataupun kota, karena pentingnya peranan jalan, maka kondisi jalan yang baik akan sangat mempengaruhi kelancaran dan kenyamanan pengguna jalan. Beberapa tahun belakangan ini masalah lingkungan mulai menjadi perhatian. Kesadaran akan lingkungan telah mendorong usaha daur ulang untuk keperluan beberapa hal, salah satunya adalah di bidang perkerasan jalan, terkait dengan perlunya konsep daur ulang perkerasan dalam menangani kerusakan jalan, maka sudah tidak efektif lagi dengan jenis pemeliharaan (rutin, berkala, peningkatan). Pekerjaan daur ulang

perkerasan/perkerasan lama yang digali, dihancurkan dan dimanfaatkan kembali, mempunyai kualitas material di bawah agregat baru. Bahwa material agregat baru diolah secara panas sedang material *RAP* diolah secara dingin. Terkait penelitian ini akan menggunakan *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)* atau aspal daur ulang berupa *asphalt concrete recycle* yang diperoleh dari hasil pengerukan ruas jalan Pantura. Penelitian bertujuan memanfaatkan limbah aspal tersebut guna meningkatkan kualitas campuran *RAP* yang diolah secara dingin. Pada penelitian difokuskan untuk meneliti komponen *RAP* terutama sifat *adhési* fisik, nilai *CBR* dan ketahanan deformasi. Penelitian material *RAP* akan digunakan pada lapisan aus *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)* pada

struktur perkerasan. Lapisan aus tersebut mempunyai kelebihan diantaranya dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan, di samping itu bahwa lapisan aus dapat menahan gaya geser dan tekanan roda, serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembasan air. Terkait pada penelitian dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui nilai *adhesi* fisik aspal terhadap material *RAP* dan agregat baru, maka dilakukan pengujian *Static Immersion Test* dan *Dynamic Immersion Test*. Pengujian daya dukung dan deformasi dengan mesin *CBR* (*California Bearing Ratio*) dan mesin *UTM* (*Universal Testing Machine*). Pengujian untuk mengetahui nilai *CBR* dan deformasi dilakukan karena diprediksi mempunyai pengaruh terhadap nilai properti campuran *AC-WC*.

Paper ini melaporkan hasil investigasi terhadap material *RAP* dalam rangka mencari nilai terbaik dalam campuran *RAP* untuk bahan perkerasan jalan. Menganalisis perbandingan sifat *adhesi* fisik, nilai *CBR* dan ketahanan deformasi pada komponen *RAP* tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

a. Sifat *Adhesi* Fisik

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. *Kohesi* adalah ikatan di dalam molekul aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

Hilangnya ikatan atau *adhesi* fisik dari suatu campuran aspal disebabkan oleh melemahnya ikatan antara agregat dan aspal. Hilangnya *adhesi* dapat menimbulkan beberapa jenis kerusakan perkerasan, seperti bergelombang, *cracking*, dan mendorong terjadi lepasnya butiran (Hartini, 2010).

b. Deformasi

Ketahanan deformasi adalah kekuatan untuk mempertahankan perubahan bentuk untuk mengetahui kekuatan suatu perkerasan dan juga mempengaruhi daya dukung material. Aspal

dalam campuran akan berpengaruh banyak terhadap karakteristik perkerasan. Kadar aspal yang rendah akan menghasilkan suatu perkerasan yang rapuh, yang akan menyebabkan penurunan akibat beban lalu lintas, sebaliknya kadar aspal yang terlalu tinggi akan menghasilkan suatu perkerasan yang tidak stabil (Widiyanto, 2004).

c. Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)

Teknik daur ulang konstruksi jalan (perkerasan) adalah pengolahan dan penggunaan kembali konstruksi perkerasan lama (*eksisting*), baik dengan ataupun tanpa tambahan bahan baru, untuk keperluan perbaikan maupun peningkatan konstruksi perkerasan jalan (Pamungkas, 2009).

2. METODE PENELITIAN

Material *RAP* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Tegal di Jalan Pantura. Material tersebut kemungkinan limbah perkerasan dari berbagai ruas Jalan Kabupaten Tegal.

Material dibawa ke Laboraturium Teknik Sipil UMS dengan dikemas dalam karung, dan kemudian dikeringkan dalam suhu ruangan. Material kemudian diuji *adhesi* fisik dengan pengujian *static immersion test* dan *dynamic immersion test* untuk dianalisis sifat *adhesi* fisik aspal terhadap material *RAP* dan agregat baru, kemungkinan material *RAP* digunakan dalam perkerasan jalan. Material *RAP* juga dicoba memperbaiki gradasinya dengan mendekati ke spesifikasi *AC-WC*. Campuran baru tersebut kemudian diuji untuk mencari nilai *CBR* dan ketahanan deformasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kekuatan Mekanik

a. Los Angeles

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui durabilitas agregat dengan cara mekanis dengan menggunakan alat *Los Angeles Abrasion Test*

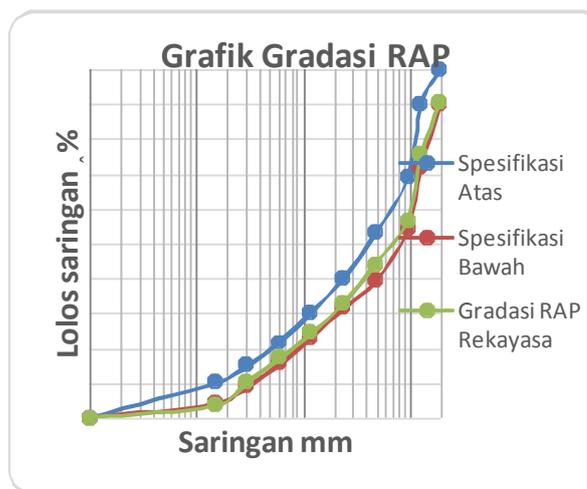
Tabel 1. Hasil pemeriksaan *Los Angeles*

No	Uraian	RAP	Agg. Baru	Satuan
1	Persentase Keausan	24,58	23,76	%

Berdasarkan hasil percobaan diperoleh nilai keausan *RAP* 24,58% dan agregat baru 23,76% adalah sudah memenuhi spesifikasi persyaratan. Nilai spesifikasi maksimal adalah 40% (*AC-WC*), agregat benda uji sudah bisa dipergunakan dilapangan karena mutu agregat baik. Dapat disimpulkan material *RAP* dan agregat baru ke duanya masuk spesifikasi, bahwa nilai keausan maksimal 40%.

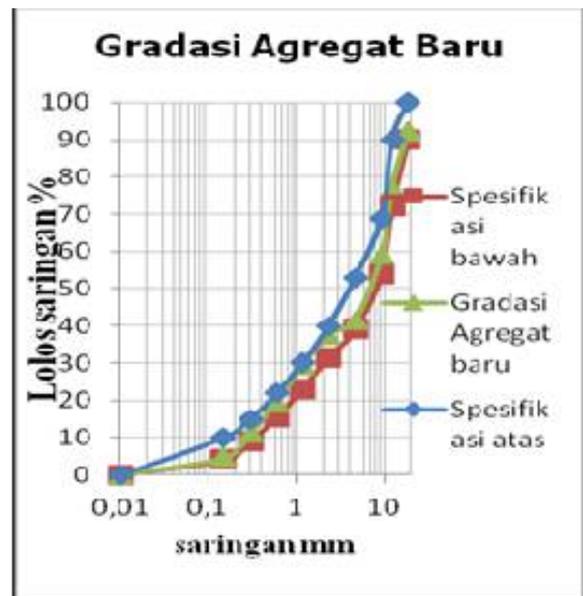
a. Gradasi

Pemeriksaan gradasi ini dimaksudkan untuk mengetahui tipe campuran *RAP* yang digunakan. Dalam hal ini spesifikasi saringan nya didekatkan ke tipe *AC-WC*.



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan *RAP* ReKayasa

No	Sampel	<i>RAP</i>	Agregat baru	Satuan
1	<i>SIT 1</i>	98	100	%
2	<i>SIT 2</i>	98,545	99,909	%
3	<i>SIT 3</i>	98,909	99,727	%
4	<i>DIT 1</i>	96,454	99,636	%
5	<i>DIT 2</i>	97,909	99,545	%
6	<i>DIT 3</i>	97,727	99,454	%



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Agregat baru.

Hasil dari gradasi *RAP* reKayasa dari Kabupaten Tegal di Jalur Pantura, pada grafik lebih masuk dan mendekati ke spesifikasi *AC-WC*. Meskipun tidak 100% masuk spesifikasi semua, tetapi dengan hasil analisa saringan dari agregat baru menggunakan spesifikasi *AC-WC*.

RAP reKayasa merupakan suatu campuran yang didesain untuk pembuatan campuran, karena penelitian ini menggunakan spesifikasi *AC-WC* maka campuran *RAP* didekatkan ke spesifikasi tersebut.

Pengujian Static Immersion Test dan Dynamic Immersion Test

Pengujian ini dimaksudkan dengan tujuan untuk mengetahui *adhesi* fisik dari bahan *RAP* dan agregat baru. Hasil uji *adhesi* fisik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji *Adhesi* Fisik *RAP* dan agregat baru.

Pengujian *Static immersion test* dan *Dynamic immersion test* bahan *RAP* dan agregat baru menunjukkan hasil yang baik dalam ikatan aspal, pengujian ini menunjukkan nilai *adhesi* yang baik, bisa dilihat dalam pengujian perendaman dan getaran. Nilai persentase

pengujian perendaman dan getaran menunjukkan hasil yang sedikit berbeda akan tetapi masih masuk spesifikasi. Nilai spesifikasi kelekatan aspal terhadap agregat minimal 95% (SNI03-2439-1991). Nilai pengujian perendaman menunjukkan aspal yang terlepas lebih sedikit daripada pengujian perendaman dan getaran, nilai rata-rata pengujian *SIT RAP* 98,48%, dan Agregat baru 99,87%. Nilai rata-rata pengujian *DIT RAP* 97,36% dan Agregat baru 99,54%.



D. Gambar 3. Adhesi fisik aspal terhadap material.

Pengujian Kepadatan

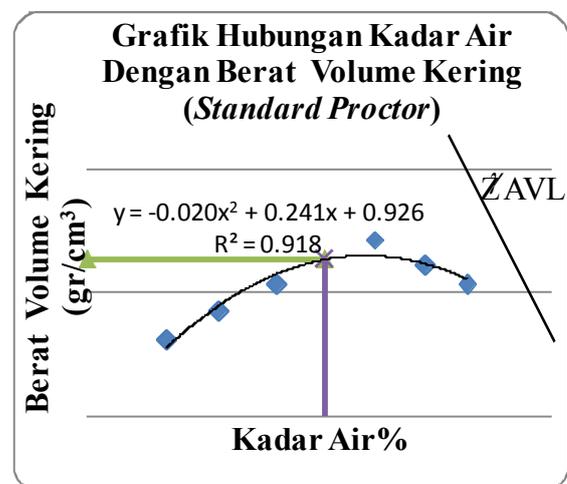
Pemeriksaan kepadatan *RAP* rekayasa dan agregat baru dilakukan untuk membandingkan nilai dari bahan *RAP* dan agregat baru

Tabel 3. Kepadatan *RAP* rekayasa dan Agregat baru.

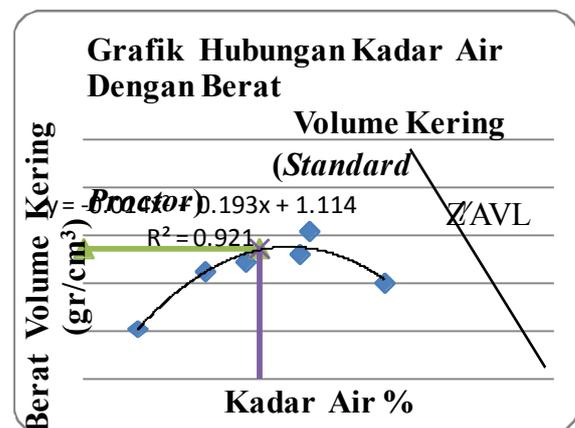
Kepadatan	Kepadatan maksimum	Kadar air optimum
Bahan <i>RAP</i> rekayasa Metode <i>Standard Proctor</i>	1,64gr/cm ³	5,1 %
Agregat Baru Metode <i>Standard Proctor</i>	1,74 gr/cm ³	5,6 %

Penelitian pemadatan yang dilakukan mendapatkan nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum, pemadatan dengan menggunakan metode *Standard proctor*. Grafik yang digunakan adalah *Polynomial*. Dapat disimpulkan bahwa agregat baru dengan

metode *Standard proctor* mempunyai nilai kepadatan lebih tinggi dari pada *RAP*. Hal ini terjadi karena nilai fraksi halus yang lebih banyak dibanding dengan fraksi kasar, sehingga penyerapannya air lebih banyak dan rongga pada agregat yang terjadi lebih kecil. Kepadatan perkerasan berhubungan dengan rongga diantara agregat maupun rongga dalam campuran, menunjukkan besarnya rongga berhubungan dengan pengerasan atau nilai penetrasi, makin besar rongga maka makin kecil nilai penetrasi



Gambar 4 Grafik Kepadatan *RAP* rekayasa



Gambar 5 Grafik Kepadatan Agregat baru.

Pengujian CBR

Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5. Pemeriksaan test *CBR* dilakukan

tanpa perendaman. Berdasarkan data yang didapat dari pengujian test *CBR* di laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta diperoleh hasil seperti Tabel 4 dan 5, Tabel tersebut menyatakan nilai *CBR* tanpa perendaman *RAP* dan agregat baru menunjukkan bahwa semakin banyak pukulan yang diperoleh menunjukkan nilai semakin besar. Nilai *RAP* pada 10 pukulan mengalami peningkatan yang signifikan ke 35 pukulan, akan tetapi nilai peningkatan ke 65 pukulan tidak terlalu signifikan. Nilai pada agregat baru menunjukkan bahwa nilai 10 pukulan tidak terlalu signifikan ke 35 pukulan, akan tetapi nilai ke 65 pukulan mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini terjadi karena yang dipadatkan dengan metode pemadatan *modified proctor* masih mempunyai pori-pori meskipun sudah dipadatkan dalam mold, nilai dari material *RAP* rekayasa tersebut rendah dikarenakan umur material yang sudah lama dan kualitas material rendah, faktor (lalulintas, genangan air, cuaca).

Tabel 4. Nilai *CBR*

Tabel 5. Hasil Uji *CBR* Menggunakan Alat UTM

Ketahanan Deformasi

Hasil uji deformasi dapat dilihat pada Tabel 6 s.d. Tabel 9. Titik kritis adalah titik beban atau titik deformasi yang merupakan transisi dari perubahan besar kurva deformasi. Perubahan dapat dilihat melalui perbedaan antara slope 1 dan slope 2. Slope 1 adalah slope kurva deformasi sebelum mencapai titik kritis, sedangkan slope 2 adalah setelah mencapai titik kritis.

Tabel 6. Ketahanan Deformasi *RAP* Hasil Uji Mesin *CBR*

Sampel	RAP		
	Titik kritis	Slope 1	Slope 2
10 x	0,15inc(270lb)	0,06	0,07
35 x	0,09inc(500lb)	0,02	0,03
65x	0,10inc(650lb)	0,028	0,032

Tabel 7. Ketahanan Deformasi Agregat Baru Hasil Uji Mesin *CBR*

Sampel	Agregat baru		
	Titik kritis	Slope 1	Slope 2
10 x	0,08inc (800lb)	0,005	0,056
35 x	0,06inc(600lb)	0,0087	0,02
65x	0,06inc(1700lb)	0,033	0,035

Tabel 8. Ketahanan Deformasi *RAP* Hasil Uji Mesin UTM

Sampel	RAP		
	Titik kritis	Slope 1	Slope 2
10 x	0,55inc(2100lb)	0,01	0,013
35 x	0,35inc(1450lb)	0,013	0,022
65x	0,27inc(1200lb)	0,028	0,035

Tabel 9. Ketahanan Deformasi Agregat Baru Hasil Uji Mesin UTM

Sampel	Agregat baru		
	Titik kritis	Slope 1	Slope 2
10 x	0,33inc(1200lb)	0,016	0,021
35 x	0,25 inc(950lb)	0,018	0,031
65x	0,12 inc (940lb)	0,017	0,033

4. KESIMPULAN

Jumlah Pukulan	RAP	Agr baru
10 Pukulan	11,66	33
30 Pukulan	18,16	37,36
65 Pukulan	28,83	32,16
10 Pukulan	11,4	27,5
30 Pukulan	32,06	78,5
65 Pukulan	33,5	59,96

Kesimpulan dari penelitian tentang Investigasi *Adhesi* Fisik, Nilai *CBR* dan Ketahanan deformasi bahan *RAP* sebagai berikut:

1. Pengujian *Static immersion test* dan *Dynamic immersion test* bahan *RAP* dan agregat baru menunjukkan hasil yang baik dalam ikatan aspal, pengujian ini menunjukkan nilai *adhesi* yang baik, bisa dilihat dalam pengujian perendaman dan getaran. Nilai persentase pengujian perendaman dan getaran menunjukkan hasil yang sedikit berbeda akan tetapi masih masuk spesifikasi. Nilai spesifikasi kelekatan aspal terhadap agregat minimal 95%

(SNI 03-2439-1991). Nilai pengujian perendaman menunjukkan aspal yang terlepas lebih sedikit daripada pengujian perendaman dan getaran. Pengujian perendaman dan getaran berpengaruh lebih besar dari pada pengujian perendaman saja, bahwa material mengalami goncangan yang menyebabkan aspal terlepas.

2. Pengujian daya dukung dan deformasi *RAP* rekayasa dan agregat baru baik menggunakan mesin *CBR* dan mesin *UTM* bahwa nilai dari kedua material tersebut mengalami peningkatan disetiap pukulan, nilai *CBR* agregat baru tertinggi dengan nilai 78,5 pada 65 pukulan, dan nilai *CBR* tertinggi *RAP* 32,06 pada 65 pukulan. Nilai agregat baru tertinggi dengan mesin *UTM* 59,96 pada 65 pukulan, dan nilai *RAP* tertinggi dengan mesin *UTM* 33,5 pada 65 pukulan. Dapat disimpulkan bahwa material agregat baru mempunyai nilai daya dukung dan deformasi baik.

3. Pengujian *adhesi* fisik baik material *RAP* dan agregat baru menunjukkan kedua material tersebut mempunyai nilai *adhesi* yang baik. Nilai pengujian perendaman menunjukkan aspal yang terlepas lebih sedikit daripada pengujian perendaman dan getaran, nilai rata-rata pengujian *SIT RAP* 98,48%, dan Agregat baru 99,87%. Nilai rata-rata pengujian *DIT RAP* 97,36% dan Agregat baru 99,54%. Dapat disimpulkan pengujian perendaman dan getaran berpengaruh lebih besar dari pada pengujian perendaman saja, bahwa material mengalami goncangan yang menyebabkan aspal terlepas. Pengujian dengan mesin *CBR* dan mesin *UTM* material *RAP* rekayasa dan agregat baru, menunjukkan hasil peningkatan disetiap pukulan, nilai peningkatan agregat baru lebih signifikan dibanding dengan *RAP*, nilai *CBR* baik menggunakan mesin *CBR* maupun mesin *UTM*, agregat baru pada 35 pukulan menunjukkan peningkatan yang signifikan ke 65 pukulan, sedang material *RAP* pada 10 pukulan mengalami peningkatan yang signifikan pada 35 pukulan. Hal ini terjadi karena yang dipadatkan dengan metode modified proctor masih mempunyai pori-pori. Hal ini

juga terjadi pada pemeriksaan deformasi bahwa material *RAP* mengalami penurunan yang signifikan baik menggunakan mesin *CBR* maupun mesin *UTM*. Deformasi *RAP* mengalami penurunan yang drastis pada setiap pukulan, hal ini dapat dilihat dengan beban yang diterima dengan penurunan yang terjadi, umur material dan faktor lalu lintas, genangan air mempengaruhi ketahanan material.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VIKementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membantu pembiayaan penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Tahun 2015 Nomor: 007/K6/KM/SP2H/PENELITIAN_BATCH-1/2015, tanggal 30 Maret 2015.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dit. Jen Bina Marga, 2010, "Surat Edaran Penyampaian Spesifikasi umum edisi 2010" Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Girry, 2010, "Karakteristik Daya Dukung Material *RAP* (*Reclaimed Asphalt Pavement*) Sebagai Bahan Daur Ulang Perkerasan Jalan", Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gor. R. 2005, "Effect of Antistripping Additives on PG Grades of Asphalt" Asphalt Magazine, 38-40. Dybalsky, JN, 1982, "Cationic Surfaction In Asphalt Adhesion" Symposium Anti-Stripping Additives in Paving Mixtures, AAPT Annual Meeting, Kansas City Missouri.
- Hartini, A. 2010, "Pengaruh Penggunaan Variasi Antistripping Agent terhadap karakteristik beton aspal lapis aus (AC-WC)", Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, Spesifikasi Umum 2010, Direktorat Jenderal Bina Marga.

- Pamungkas, 2009, "Kajian Uji Kuat Tekan Pada Asphalt Concrete Campuran Panas Dengan RAP", Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pramudyo, C, 2013, Investigasi Karakteristik RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) Artifisial, Tugas Akhir, UMS, Surakarta.
- Read, J. and Whiteoak, D. 2009. "The shell bitumen handbook", London, ICE publishing.
- Setiawan, A. 2005, "Pengaruh sulfur terhadap karakteristik perkerasan Asphaltic Concrete Wearing Course". *Journal of Transportation Management and Engineering*.
- Sunarjono, S, Riyanto, A, dan Absori. 2012. "Rekayasa Pemanfaatan Reclaimed Asphalt Pavement Untuk Preservasi Konstruksi Jalan". Jurnal, UMS, Surakarta.