

INVESTIGASI SIFAT KEPADATAN DAN DAYA DUKUNG BAHAN RAP BERGRADASI EME (*Enrobé à Module Élevé*)

Andri Setyawan¹, Senja Rum Harnaeni², Sri Sunarjono³

¹Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
andr1.setyawan@yahoo.com

²Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
senja-rum-h@yahoo.co.id

³Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
sri.sunarjono@ums.ac.id

Abstract

Road as a transport infrastructure is essential to support human activities every day, the road can improve people's lives by enabling people to access the surrounding environment both for the economic aspects and social aspects. Using the technology development to make a human being willing to innovate - innovation to create technology that is becoming increasingly efficient one is with recycling technology. Recycling technology is also applied to the RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), which is a waste material pavement, scraping pavement material is later testing and repairs to improve the quality of the waste so that it can be used again properly. The purpose of this investigation is to determine how much the value of density and carrying capacity by gradation EME RAP material, is then compared with the density value and the carrying capacity of fresh aggregate by the same gradations. In this study, the test was conducted on the test density, abrasion, inspection aggregate gradation, density and CBR (California Bearing Ratio). In this study, samples with a total of 18 specimens. This research was conducted at the Laboratory of Civil Engineering pavement materials Muhammadiyah University of Surakarta. Research results show that the new aggregate value higher density than the material well in testing strandart RAP or modified proctor proctor, new aggregate optimum moisture content is also higher than the RAP material. The new aggregate maximum density at standard proctor reached 1.820 gr / cm³ with optimum moisture content of 9.8%, and the RAP material reached 1.495 gr / cm³ with a water content of 9.6%, while the modified proctor reached 1.960 gr / cm³ with optimum moisture content 9 , 25% and RAP material reached 1.590 gr / cm³ with optimum moisture content of 8.3%. Results of testing the carrying capacity of the CBR tool to use your new aggregate material is higher than the RAP is to aggregate only reached 86.67 and reaches 33.33 RAP materials. From the results of this study concluded that the density value and the carrying capacity of RAP material is still lower than the new aggregate.

Keywords: CBR, EME, new aggregates, Proctor, RAP

1. PENDAHULUAN

Pada masa modern seperti saat ini transportasi merupakan hal yang sangat vital untuk mendukung kemajuan suatu daerah atau kawasan. Suatu daerah akan mengalami perkembangan dengan cepat dan pesat jika sarana dan prasarana transportasi pada wilayah tersebut tersedia dengan baik.

Pada transportasi darat hal yang sangat utama adalah tersedianya perkerasan jalan. Perkerasan jalan merupakan salah satu hal penting untuk menunjang transportasi yang aman dan efisien sehingga memudahkan pengguna transportasi itu sendiri, untuk itu sangat diperlukan perkerasan jalan yang layak untuk digunakan. Suatu perkerasan jalan didesain dengan umur rencana tertentu, dengan umur rencana yang telah diperkirakan maka dalam kurun waktu tertentu suatu perkerasan jalan akan mengalami kerusakan.

Perkerasan jalan yang telah rusak atau habis umur rencananya ini disebut *Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*. *RAP* didapat dari pengerukan perkerasan jalan yang telah mengalami kerusakan atau habis umur rencananya. Bahan *RAP* ini akan menjadi bahan sisa atau limbah yang jika tidak dimanfaatkan dengan baik maka akan terbuang sia-sia.

Semakin banyak perkerasan jalan yang telah habis umur rencananya menyebabkan banyaknya jumlah *RAP* yang menjadi limbah. Memanfaatkan teknologi daur ulang, bahan *RAP* yang telah menjadi limbah ini akan digunakan lagi sebagai bahan pembuatan perkerasan jalan yang baru. Pemanfaatan bahan limbah *RAP* ini bertujuan untuk menghemat biaya konstruksi.

Salah satu cara pemanfaatan bahan *RAP* yaitu dengan menjadikannya sebagai bahan pengganti material agregat baru. Dengan demikian akan sangat menguntungkan jika hal ini bisa dilaksanakan dengan baik.

Untuk memastikan bahwa bahan *RAP* memang layak untuk digunakan sebagai bahan pengganti material agregat baru maka perlu dilakukan pengujian terhadap bahan *RAP*. Sehingga pemakaian bahan ini nantinya tidak sia-sia dan didapat hasil sesuai yang diinginkan.

Salah satu pengujian yang dilakukan untuk memastikan kualitas *RAP* yaitu dengan melakukan uji kepadatan dan daya dukung pada material tersebut. Uji kepadatan dan daya dukung material agregat dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan menggunakan metode *EME (Enrobé à Module Élevé)*. *EME* merupakan suatu metode untuk rekayasa gradasi agregat, dimana dengan menggunakan metode ini diharapkan akan didapatkan suatu perkerasan jalan dengan kualitas yang baik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut (Sunarjono, Sugiyatno, Girry, 2010) dengan judul *-Karakteristik Daya Dukung Material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) Sebagai Bahan Daur Ulang Perkerasan Jalan*. Kesimpulan penelitian adalah hasil uji gradasi material *RAP* yang diteliti lolos diameter 4,75mm sebesar 60%. Nilai abrasi 57%, ekstraksi rata-rata 4,55%. Hasil penelitian sifat mekanis *RAP* yaitu pemadatan dengan *Modified Compaction Test* didapat berat isi kering 2,88 gr/cm³ dan kadar air optimum 7,5%. Hasil uji *CBR* Unsoaked 37,06%. Dan hasil pemadatan *RAP* + agregat baru dengan *Modified Compaction Test* didapat berat isi kering 2,45 gr/cm³ dan kadar air optimum 4,9%. Hasil *CBR* Unsoaked 36,6%. *RAP* dapat digunakan untuk lapis pondasi bawah dengan bahan tambah agregat kasar dan filler sedangkan *RAP* tanpa bahan tambah juga bias digunakan untuk lapis pondasi bawah. Bisa ditarik kesimpulan bahwa *RAP* tanpa bahan tambah lebih efektif dan efisien digunakan untuk lapis pondasi bawah karena tidak menambah biaya untuk pembelian bahantambah.

Menurut (Sunarjono, Harnaeni, Pramudyo, 2013) yang berjudul *-Investigasi Karakteristik RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) Artifisiall* dengan kesimpulan nilai keausan 29,26%, nilai kadar air optimum dengan modified proctor sebesar 1,2%. Nilai *CBR* Unsoaked 100% adalah 61,8 5, *CBR* 95% adalah 52%. Dan *CBR* 90% sebesar 46,1%.

Untuk *CBR* Soaked didapatkan nilai *CBR* 100% sebesar 50,8%, *CBR* 95% adalah

45,7% dan 90% adalah 40,5%. Hasil karakteristik *RAP* artifisial hanya sebagai pembanding dari karakteristik *RAP* lapangan karena karakteristik *RAP* artifisial dapat dikontrol sifat-sifat penyusunnya.

3. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan material bahan *RAP* yang berasal dari kab. Tegal di ruas pantura dan agregat baru dari kab. Klaten, Jawa Tengah. Material yang digunakan hanya material tersebut dan tidak menggunakan bahan tambah apapun. Dalam penelitian ini terdapat 2 macam sampel yaitu sampel dari bahan *RAP* asli dan sampel dari agregat baru. Setelah itu sampel akan diuji dengan 2 kategori pengujian yaitu uji kepadatan (*Proctor*) dan uji *CBR* (*California Bearing Ratio*). Uji kepadatan dibagi menjadi dua macam yaitu *Standard Proctor* dan *Modified Proctor*, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kepadatan kering maksimum dari material yang diuji. Uji *CBR* bertujuan untuk mengetahui nilai daya dukung dari material yang diuji. Pemeriksaan fisik material *RAP* dan agregat baru meliputi uji berat jenis dan penyerapan, keausan

agregat, dan analisa saringan. Gradasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gradasi *EME* (*Enrobé à Module Élevé*), gradasi agregat ini berasal dari perancis dan diperuntukkan untuk jenis lalu lintas padat dengan umur rencana lebih lama dan nilai modulus elastis tinggi, ketahanan terhadap deformasi tinggi dan ketahanan terhadap tekanan yang baik

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Fisik

a) Pemeriksaan Abrasi

Pemeriksaan abrasi atau keausan agregat dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan agregat dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Dalam pemeriksaan *RAP* dan agregat baru ini digunakan tipe B yaitu agregat *RAP* yang lolos saringan 3/8 tertahan saringan 1/2 seberat 2500 gram dan yang lolos saringan 1/2 tertahan saringan no.4 seberat 2500 gram. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian abrasi

No.	Uraian	<i>RAP</i>	Agregat baru	Satuan
1	Presentase Keausan	25,44	20,86	%

Sumber: hasil penelitian

Berdasarkan hasil penelitian sudah memenuhi spesifikasi persyaratan, nilai spesifikasi maksimal adalah 30%.

b) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan *RAP* dan Agregat Baru

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dimaksudkan untuk mencari besarnya berat jenis, dari pemeriksaan ini akan diketahui berat jenis *Bulk*, berat jenis permukaan jenuh (*SSD*), berat jenis semu dan penyerapan dari agregat kasar. Berat jenis *Bulk* adalah perbandingan antara agregat kering dengan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat jenis kering permukaan jenuh

adalah perbandingan antara agregat kering permukaan jenuh dengan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu. Penyerapan adalah presentase berat jenis yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Agregat dengan berat jenis yang kecil mempunyai volume yang besar

sehingga dengan berat yang sama membutuhkan bahan pengikat yang lebih banyak. Hasil pengujian berat

jenis dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis *RAP*

Keterangan	Hasil			Satuan
	<i>RAP</i> kasar	<i>RAP</i> medium	<i>RAP</i> halus	
	(10-20 mm)	(5-10 mm)	(<5 mm)	
Berat jenis <i>bulk</i>	2,06	2,11	1,73	
Berat jenis SSD	2,09	2,13	1,77	
Berat jenis semu	2,12	2,16	1,80	
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	1,42	1,12	2,25	%

Sumber : hasil penelitian

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Baru

Keterangan	Hasil			Satuan
	Agregat baru kasar	Agregat baru medium	Agregat baru halus	
	(10-20 mm)	(5-10 mm)	(<5 mm)	
Berat jenis <i>bulk</i>	2,61	2,55	2,45	
Berat jenis SSD	2,65	2,60	2,50	
Berat jenis semu	2,73	2,67	2,59	
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	1,61	1,72	2,25	%

Sumber : hasil penelitian

Tabel 4. Nilai berat jenis gabungan

No.	Keterangan	<i>RAP</i>	Agregat baru
1	Presentase Keausan	1,912	2,555

Sumber : hasil penelitian

Dari data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan *RAP* dan agregat baru di atas menunjukkan bahwa agregat baru memiliki nilai berat jenis dan penyerapan lebih besar daripada bahan *RAP*, meskipun dengan volume yang sama tapi nilai berat jenis kedua bahan tersebut akan berbeda hal ini dikarenakan berat jenis pada agregat baru hanya terdapat nilai berat jenisnya sendiri, pemilihan kualitas agregat baru juga sangat menentukan berat jenisnya, sedangkan pada bahan *RAP* material sudah bercampur dengan aspal sehingga mempengaruhi besarnya nilai berat jenis bahan *RAP* tersebut, kandungan aspal pada bahan *RAP* juga mempengaruhi penyerapan bahan *RAP* karena aspal yang melekat

pada bahan *RAP* menghalangi air masuk kedalam pori-pori *RAP*.

Dari data diatas diketahui bahwa nilai berat jenis semu agregat kasar maupun bahan *RAP* lebih besar dari berat jenis SSD dan juga berat jenis *bulk* hal ini dikarenakan dalam keadaan kering oven agregat memiliki berat yang lebih ringan daripada agregat dalam keadaan kering jenuh sehingga jumlah air dalam perbandingan tetap sama, sedangkan nilai berat jenis SSD dan *bulk* lebih rendah karena ketika agregat dalam keadaan kering permukaan jenuh masih terdapat kandungan air yang menyebabkan penambahan jumlah air dalam perbandingan. Pada bahan *RAP* berat jenis medium cenderung lebih

tinggi dari berat jenis kasar maupun halus, hal ini dimungkinkan karena pada berat jenis agregat medium kandungan aspal yang melekat pada RAP banyak yang terlepas dari agregat RAP sedangkan pada agregat kasar masih menyatu dengan aspal dan pada agregat halus banyak kandungan aspal dan lumpur. Pada agregat baru nilai berat jenis agregat kasar cenderung tertinggi karena dengan material yang sama semakin besar ukuran agregat maka semakin tinggi pula berat jenisnya.

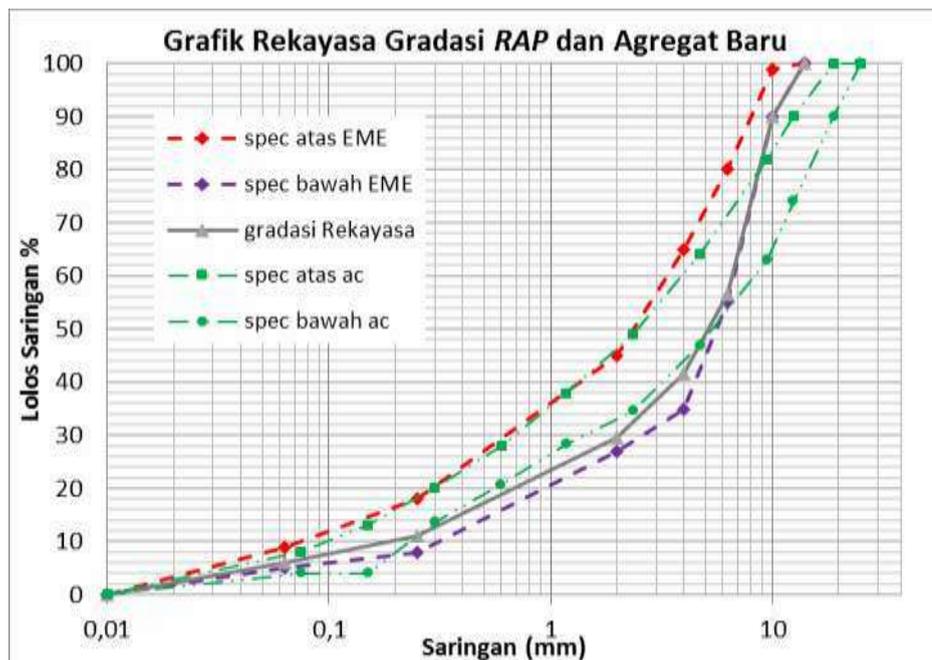
c) Pemeriksaan Rekayasa Gradasi Agregat (Analisa Saringan)

Pemeriksaan gradasi saringan dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar menggunakan saringan. Gradasi agregat yang digunakan telah direkayasa dengan tujuan gradasi antara bahan RAP dengan agregat baru lebih seragam. Untuk ukuran saringan dan spesifikasinya bisa dilihat pada hasil uji gradasi yang ditampilkan pada tabel 5.5 dan untuk pembagian gradasi dapat dilihat pada grafik 5.1

Tabel 5. Tabel analisa saringan

Ø Ayakan	% Lolos			% kumulatif			Jumlah	Medium Spec	Spec		Keterangan
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₁	F ₂	F ₃					
14	100,00	100,00	100,00	10,73	33,96	55,31	100,00	100,00	100	100	Memenuhi
10	6,82	100,00	100,00	0,73	33,96	55,31	90,00	94,50	90	99	Memenuhi
6,3	4,77	2,13	100,00	0,51	0,72	55,31	56,54	67,50	55	80	Memenuhi
4	3,18	1,39	73,63	0,34	0,47	40,73	41,54	50,00	35	65	Memenuhi
2	1,82	0,97	52,54	0,20	0,33	29,06	29,59	36,00	27	45	Memenuhi
0,25	0,91	0,46	19,59	0,10	0,16	10,83	11,09	13,00	8	18	Memenuhi
0.063	0,45	0,19	10,55	0,05	0,06	5,83	5,94	7,00	5	9	Memenuhi
Pan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	Memenuhi

Sumber : hasil penelitian



Grafik 1. Grafik rekayasa gradasi RAP dan Agregat baru

Hasil pemeriksaan dari gradasi *RAP* dan agregat baru menunjukkan bahwa gradasi yang digunakan sudah masuk spesifikasi dimana garis grafik gradasi yang digunakan berada diantara batas atas dan batas bawah gradasi *EME (Enrobe a module eleve)*. Gradasi bahan *RAP* dan agregat baru yang digunakan dalam percobaan telah direkayasa yaitu menggunakan gradasi per saringan dari spesifikasi *EME* agar gradasi yang digunakan bisa lebih seragam, sehingga diharapkan hasil penelitian akan lebih baik karena tujuan penelitian adalah perbandingan.

Pada grafik di atas ditambahkan spesifikasi *AC* dimana di Indonesia gradasi yang biasa digunakan yaitu spesifikasi *AC*, sehingga dapat mempermudah untuk pengamatan antara spesifikasi yang umum digunakan dengan spesifikasi yang digunakan dalam penelitian. Dari grafik dapat diketahui bahwa spesifikasi *AC* lebih halus daripada Spesifikasi *EME*.

B. Pemeriksaan Kepadatan

Pemeriksaan kepadatan dilakukan terhadap material bahan *RAP* dan Agregat baru dengan menggunakan uji kepadatan *Standard* dan *Modified Proctor*. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum dari material yang diuji.

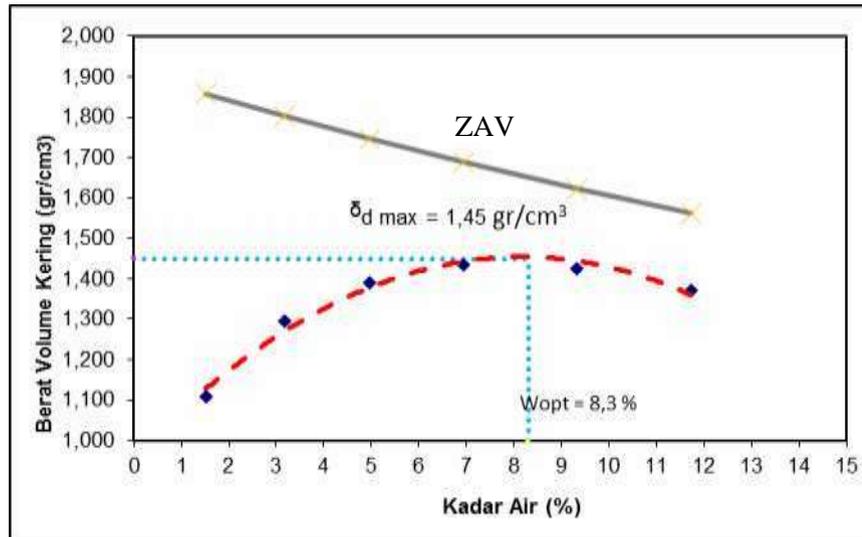
a) Pemeriksaan kepadatan dengan *Standard Proctor*

Pemeriksaan kepadatan *Standard Proctor* dimaksudkan untuk mengetahui nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum dari material yang diuji. Pemeriksaan dilakukan sesuai SNI 1742:2008 Cara uji kepadatan ringan untuk tanah dengan memilih cara C pada tabel pengujian kepadatan ringan untuk tanah, yaitu diameter cetakan 101,60 mm, tinggi cetakan 116,43 mm, volume cetakan 943 cm, massa penumbuk 2,5 kg, tinggi jatuh penumbuk 305 mm, jumlah lapis 3, jumlah tumbukan per lapis 25, dan bahan lolos saringan 19 mm (3/4 ϕ). Hasil uji kepadatan *Standard Proctor* untuk *RAP* dan agregat baru dapat dilihat pada tabel 6 dan grafik 2, grafik 3, grafik 4

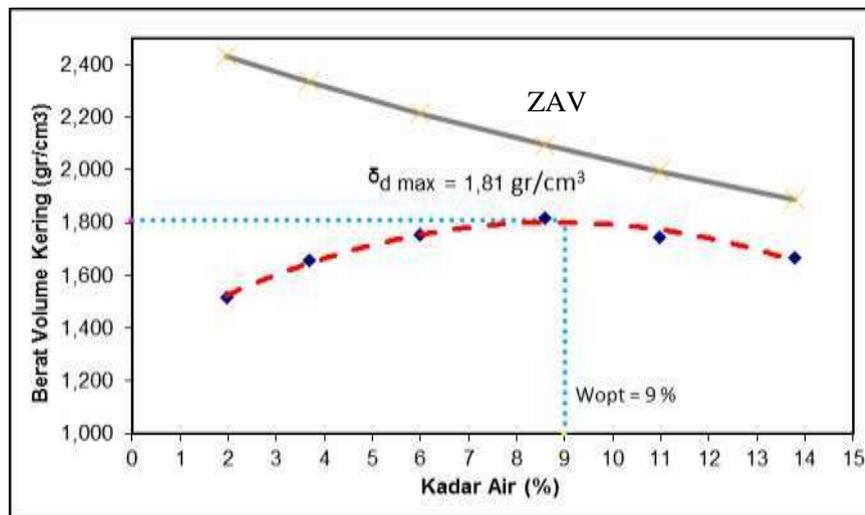
Tabel 6 Kepadatan *RAP* dan agregat baru dengan *Standard Proctor*

Variasi Kepadatan	Kepadatan Maksimum	Kadar Air Optimum
<i>RAP</i>	1,450 gr/cm ³	8,3 %
Agregat baru	1,810 gr/cm ³	9,0 %

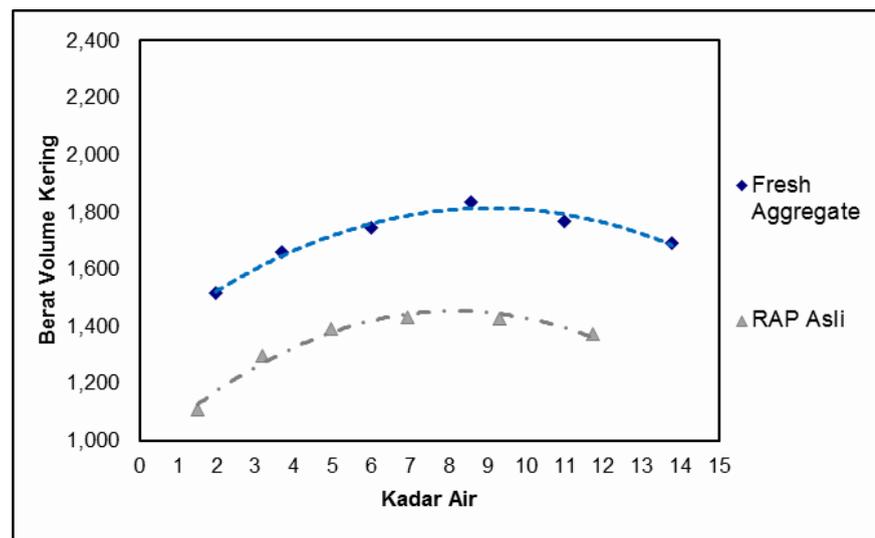
Sumber : hasil penelitian



Grafik 2. Grafik kepadatan RAP dengan *Standard Proctor*



Grafik 3. Grafik kepadatan agregat baru dengan *Standard Proctor*



Grafik 4. Grafik perbandingan kepadatan *RAP* dan Agregat baru dengan *Standard Proctor*

Dari hasil pemeriksaan tersebut didapat nilai kepadatan *RAP* dan agregat baru dengan *Standard Proctor* menunjukkan bahwa berat volume kering/kepadatan maksimum dan kadar air optimum agregat baru lebih tinggi dibandingkan *RAP*. Hal ini dikarenakan kualitas agregat baru yang baik dan juga berat jenis dan penyerapan agregat baru juga lebih tinggi daripada *RAP*.

Dengan nilai berat jenis yang tinggi maka nilai kepadatan maksimum suatu material akan semakin tinggi, grafik kepadatan harus dibawah *ZAV* (*Zero Air Void*) yang merupakan batas grafik kepadatan, dalam membuat garis *ZAV* berat jenis material merupakan salah satu unsur penting yang digunakan, hal ini berarti berat jenis juga akan sangat berpengaruh terhadap nilai kepadatan suatu material, sedangkan kadar air optimum

material dipengaruhi oleh penyerapan material tersebut, semakin tinggi nilai penyerapan agregat maka semakin tinggi pula kadar air optimumnya.

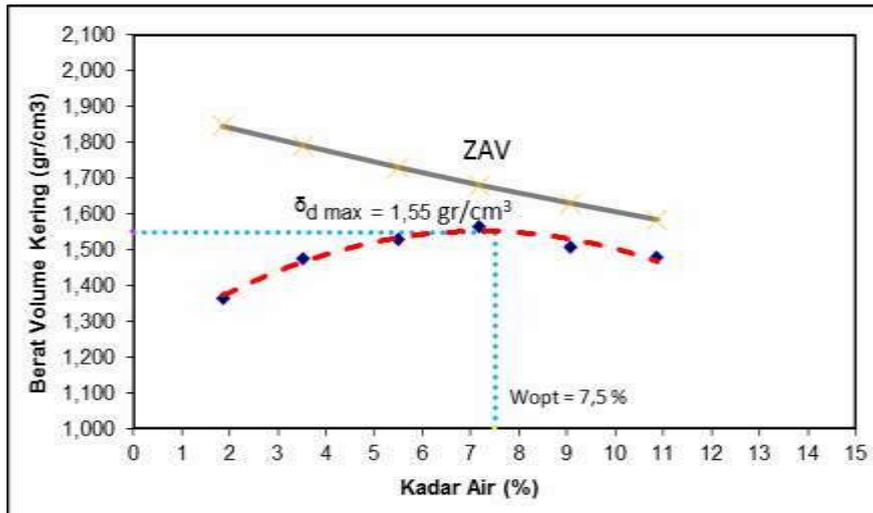
b) Pemeriksaan kepadatan dengan *Modified Proctor*

Pemeriksaan kepadatan proctor dilakukan sesuai SNI 1743:2008 tabel Cara uji kepadatan berat untuk tanah dengan cara D, yaitu diameter cetakan 152,40 mm, tinggi cetakan 116,43 mm, volume cetakan 2124 cm, massa penumbuk 4,54 kg, tinggi jatuh penumbuk 457 mm, jumlah lapis 5, jumlah tumbukan per lapis 56, dan bahan lolos saringan 19 mm (3/4 ϕ). Hasil uji kepadatan *Modified Proctor* untuk *RAP* dan agregat baru dapat dilihat pada tabel 7 dan grafik 5, grafik 6, dan grafik 7

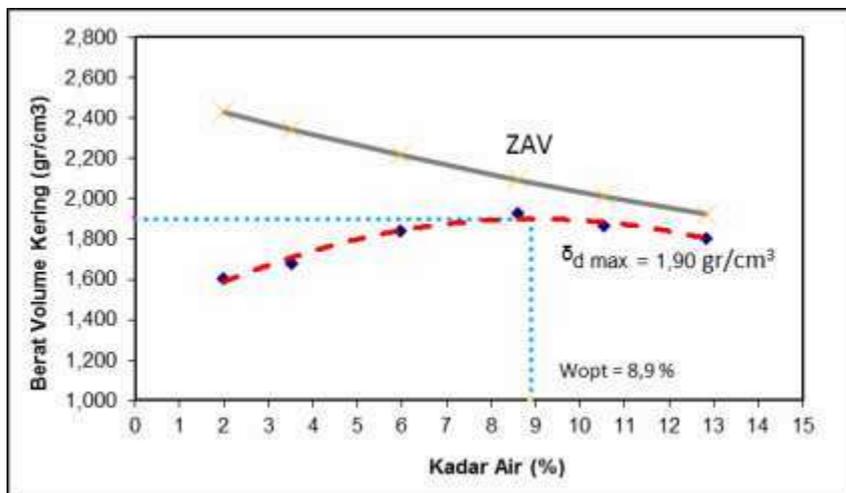
Tabel 7. Kepadatan RAP dan agregat baru dengan *Modified Proctor*

Variasi Kepadatan	Kepadatan Maksimum	Kadar Air Optimum
RAP	1,550 gr/cm ³	7,5 %
Agregat baru	1,900 gr/cm ³	8,9 %

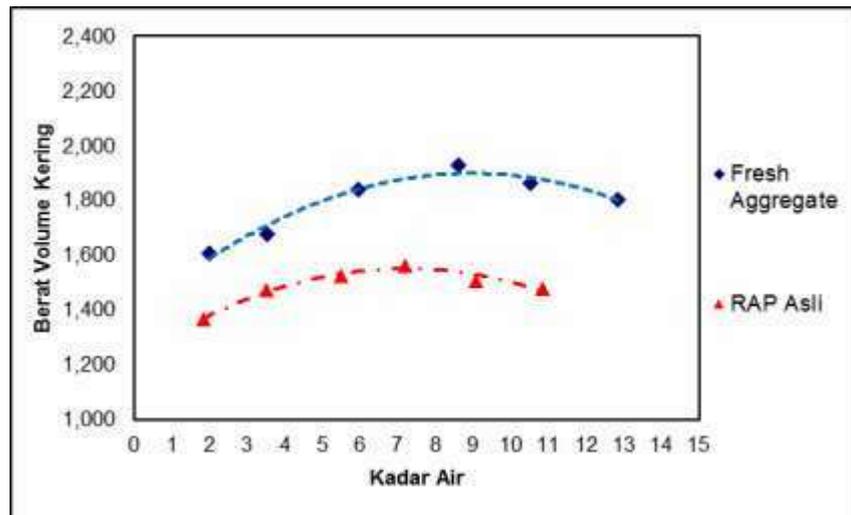
Sumber : hasil penelitian



Grafik 5. Grafik kepadatan RAP dengan *Modified Proctor*



Grafik 6. Grafik kepadatan agregat baru dengan *Modified Proctor*



Grafik 7. Grafik perbandingan kepadatan *RAP* dan agregat baru dengan *Modified Proctor*

Dari hasil pemeriksaan kepadatan *RAP* dan agregat baru dengan *Modified Proctor* menunjukkan bahwa nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum agregat baru lebih tinggi daripada *RAP*. Hal ini dikarenakan kualitas agregat baru yang lebih baik daripada *RAP*. Nilai kepadatan maksimum agregat baru lebih tinggi dari bahan *RAP* dikarenakan agregat baru memiliki nilai berat jenis yang lebih tinggi dari bahan *RAP*, berat jenis berpengaruh terhadap nilai kepadatan maksimum dimana semakin tinggi berat jenis suatu material maka nilai kepadatan maksimumnya akan lebih tinggi.

Sedangkan nilai kadar air agregat baru lebih tinggi dari bahan *RAP* dikarenakan agregat baru masih memiliki pori-pori lebih banyak dari bahan *RAP* yang sudah terselimuti aspal sehingga agregat baru lebih memungkinkan menyerap air lebih banyak dari bahan *RAP*. Nilai

penyerapan agregat berpengaruh terhadap kadar air optimum material dimana semakin tinggi nilai penyerapan maka kadar air optimumnya akan semakin tinggi, kadar air optimum dari *Modified Proctor* akan digunakan untuk uji *CBR* (*California Bearing Ratio*)

C. Uji *CBR* (*California Bearing Ratio*)

Pemeriksaan *CBR* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai *CBR* *RAP* dan agregat baru dari material yang diuji. Pemeriksaan *CBR* dilakukan dengan kadar air optimum *Modified Proctor* karena pemeriksaan diperuntukkan jenis lalu lintas berat dan pemeriksaan *CBR* dilakukan tanpa perendaman. Dari pemeriksaan ini akan didapatkan 2 nilai *CBR* yaitu pada penetrasi 0,11 dan penetrasi 0,21 kemudian dipilih salah satu yang terbesar. Hasil pemeriksaan *CBR* *RAP* dan agregat baru dapat dilihat pada tabel 8, tabel 9, grafik 8 dan grafik 9

Tabel 8. Tabel pemeriksaan *CBR RAP* tanpa rendaman

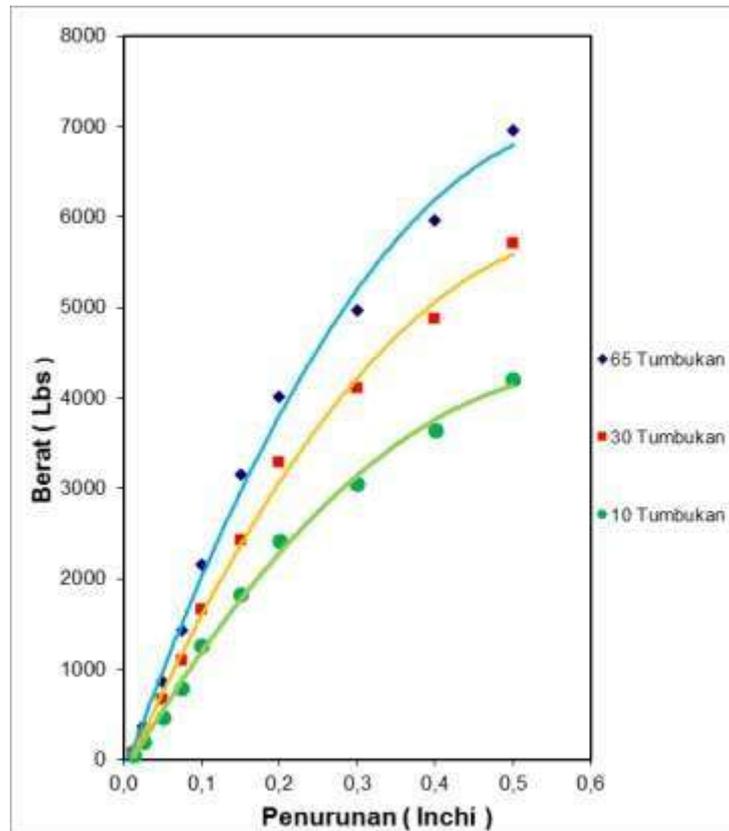
Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>	
		"
10 Pukulan	12,67	15,56
35 Pukulan	20,00	24,44
65 Pukulan	26,67	33,33

Sumber : hasil penelitian

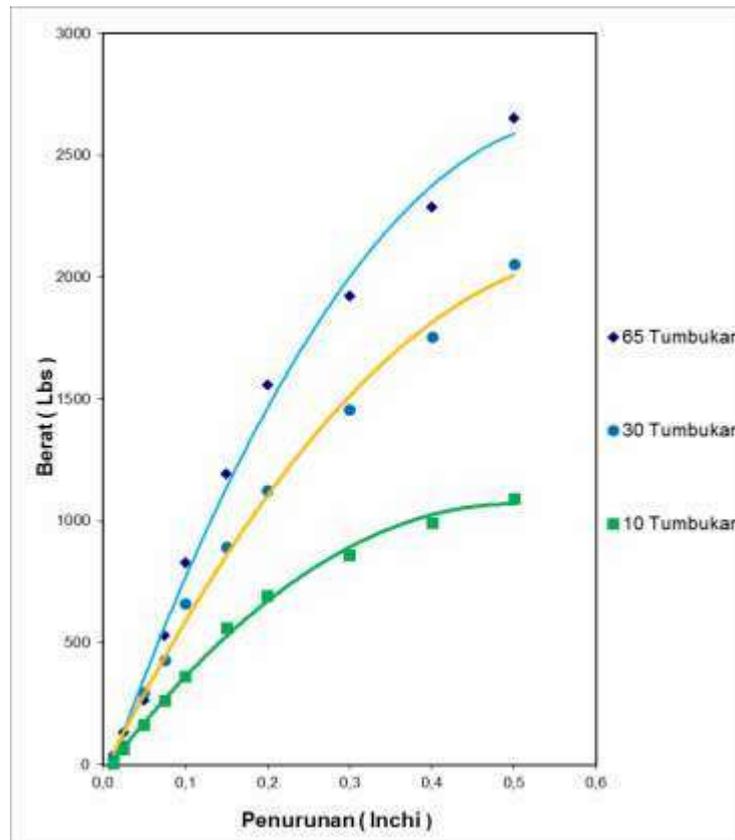
Tabel 9. Tabel pemeriksaan *CBR* agregat baru tanpa rendaman

Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>	
		"
10 Pukulan	43,33	52,22
35 Pukulan	53,33	70,00
65 Pukulan	70,00	86,67

Sumber : hasil penelitian



Grafik 5.8 Grafik pemeriksaan *CBR* laboratorium *RAP*



Grafik 9. Grafik pemeriksaan CBR laboratorium agregat baru

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil seperti pada tabel 7, tabel 8, grafik 8 dan grafik 9. Dari grafik tersebut kemudian diketahui nilai CBR pada penetrasi 0,11 dan penetrasi 0,21 kemudian dipilih nilai CBR yang lebih tinggi dan didapatkan hasil bahwa nilai CBR agregat baru lebih tinggi

dari bahan RAP yaitu pada penetrasi 0,21. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa agregat baru memiliki daya dukung yang lebih tinggi daripada bahan RAP. Perbandingan nilai CBR pada agregat baru dengan bahan RAP dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 10. Perbandingan nilai CBR agregat baru dengan bahan RAP

Jumlah Pukulan	Nilai CBR	
	Agregat baru	RAP
10 Pukulan	52,22	15,56
35 Pukulan	70,00	24,44
65 Pukulan	86,67	33,33

Sumber : hasil penelitian

Dari tabel perbandingan nilai CBR diatas diketahui bahwa nilai CBR agregat baru jauh lebih tinggi daripada nilai CBR bahan RAP, hal ini dimungkinkan karena bahan RAP tersusun atas material agregat dengan aspal sehingga ketika dipadatkan

atau diberi penetrasi ada kemungkinan RAP akan pecah dan aspal yang melekat pada RAP akan terlepas, hal tersebut menyebabkan perubahan ukuran gradasi saringan semula, dengan pecahnya butiran RAP menyebabkan gradasi saringan halus

akan bertambah dan mengurangi gradasi saringan kasar, semakin banyaknya gradasi halus akan mengurangi nilai daya dukung material karena jika terlalu banyak agregat halus, maka ketika sampel diberikan tekanan atau penetrasi maka butiran halus akan mudah bergerak sesuai tekanan yang diberikan, berbeda dengan sampel yang memiliki agregat kasar banyak, maka ketika diberikan tekanan atau penetrasi butiran agregat akan saling mengunci satu sama lain dan memberikan perlawanan yang lebih baik.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian tentang Investigasi Sifat Kepadatan dan Daya Dukung Bahan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) Bergradasi EME (*Enrobé à Module Élevé*) sebagai berikut:

Hasil dari pemeriksaan kepadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*) bahan RAP dan agregat baru sebagai berikut:

- a. Berdasarkan pemeriksaan kepadatan didapatkan nilai kepadatan maksimum dengan *Standard Proctor* untuk bahan RAP sebesar 1,495 gr/cm³ dan agregat baru sebesar 1,820 gr/cm³, sedangkan nilai kepadatan maksimum dengan *Modofied Proctor* untuk bahan RAP didapatkan nilai sebesar 1,590 gr/cm³ dan agregat baru sebesar 1,960 gr/cm³.
- b. Berdasarkan pemeriksaan daya dukung material dengan uji CBR didapatkan nilai CBR untuk RAP yaitu sebesar 33,33 dan untuk agregat baru sebesar 86,67.

Dari hasil pemeriksaan didapatkan hasil bahwa nilai kepadatan untuk agregat baru lebih tinggi dibandingkan nilai kepadatan bahan RAP, nilai kepadatan maksimum suatu material dipengaruhi berat jenis material tersebut dimana semakin tinggi berat jenis suatu material maka nilai kepadatan maksimumnya juga akan lebih tinggi. Nilai CBR pada agregat baru juga lebih tinggi dibandingkan nilai CBR bahan RAP, nilai CBR dapat dipengaruhi oleh kualitas material

salah satunya yaitu keausan material tersebut, semakin rendah nilai keausan suatu material akan lebih baik dan nilai CBR-nya akan lebih tinggi, nilai CBR juga dipengaruhi ukuran butiran yang diuji, dimana semakin banyak ukuran butiran kasar dalam sampel maka nilai CBR-nya juga akan lebih tinggi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan kasih sayangNya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar. Dalam kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih atas dukungan dan fasilitas dari LPPM UMS melalui Penelitian Hibah Kompetensi yang dibiayai oleh Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Tahun 2015 Nomor: 007/K6/KM/SP2H/PENELITIAN_BATCH-1/2015, tanggal 30 Maret 2015 sehingga penelitian ini dapat memberikan hasil pengembangan ilmu pengetahuan dibidang bahan jalan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Girry, D.K. (2010). *Karakteristik Daya Dukung Material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) Sebagai Bahan Daur Ulang Perkerasan Jalan*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah 1*, Yogyakarta : Gadjah Mada University press
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3*. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Petho, L. dan Denneman, E. (2013). *High Modulus Asphalt Mix (EME) for Heavy Duty Applications and Preliminary Laboratory Test Results in Australia*. AAPA International Pavements Conference. Brisbane, Australia
- Pramudyo, C. (2013). *Investigasi Karakteristik RAP (Reclaimed Asphalt Pavemen) Artifisial*.

- Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sanders, P.J. dan Nunn, M. (2005). *The Application of Enrobé à Module Élevé in Flexible Pavements*.
- Standar Nasional Indonesia-1742. (2008). *Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia-1743. (2008). *Cara Uji Kepadatn Berat Untuk Tanah*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia-1744. (2012). *Metode Pengujian CBR Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional
- Sukirman, S. (1993). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung :NOVA.
- Sunarjono, S. (2006). Evaluasi Engineering Bahan Perkerasan Bahan Perkerasan Jalan Menggunakan RAP dan Foamed Bitumen. *Jurnal Eco Rekayasa* Vol. 2 No 2 September 2006, Magister Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sunarjono, S. Riyanto, A., & Absori. (2012). *Rekayasa pemanfaatan Reclaimed Asphalt Pavement Untuk Preservasi Konstruksi Jalan*. Simposium Nasional Ke-11 RAPI 2012, ISSN : 1412-9612 , UM Surakarta, <http://hdl.handle.net/11617/3777>
- Sunarjono, S., Astuti, W., W., Sutanto, M., H. (2015). Karakteristik Bahan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Ruas Jalan Pantura Jawa. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 3 2015*, ISSN: 2339-028X, Makassar.
- Sunarjono, S., Hidayati, N. (2016). Sepuluh Tahun Hasil Penelitian Bahan Reclaimed Asphalt Pavement di Pusat Studi Transportasi UMS. *The 3rd University Research Colloquium (URECOL) 2016*, LPPM STIKES Muhammadiyah Kudus, <http://hdl.handle.net/11617/6930>.
- Wijaya, S. (2005). *Perilaku Tanah Ekspansif Yang Dicampur Dengan Pasir Untuk Subgrade*. Universitas Diponegoro Semarang