

Potensi Fungsi RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) sebagai Bahan Lapis Pondasi (*Base*)

Triafini Noviarti¹⁾
Sasana Putra²⁾
Dwi Herianto³⁾

Abstract

Material requirements for road pavement have increased along with major developments in Lampung Province. This causes the availability of aggregates to become thinner. One alternative replacement material is RAP (Reclaimed Asphalt Pavement). The aggregate in RAP becomes a potential that can be used as a basic material for road foundation layer. Therefore, research on the potential of RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) if used as a base course material. This study uses RAP material obtained from the asphalt pavement layers on Soekarno-Hatta Street, Bandar Lampung.

The results of the maximum dry density value obtained from three behaviors amount of blow is 1.965 grams / cm³, so that the resulting CBR value is 51%. This is caused during mixing and blows, the added water cannot enter perfectly into the RAP cavity. Because RAP granules are coated with asphalt so it is impermeable. So it can be concluded that the potential RAP used in this study cannot be used in road foundation layer class A but can be used as a road fondation layer class S. And if an additional of blows are made in each layer, RAP potentially can be used as a class B road foundation material.

Keywords : RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), Base Course, Optimum Moisture Content.

Abstrak

Kebutuhan material untuk perkerasan jalan mengalami peningkatan seiring dengan pembangunan besar di Provinsi Lampung. Hal ini menyebabkan ketersediaan agregat menjadi semakin menipis. Salah satu alternatif bahan pengganti material adalah RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). Agregat pada RAP menjadi sebuah potensi yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar lapis pondasi jalan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap potensi RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) jika dijadikan sebagai bahan lapis pondasi. Penelitian ini menggunakan material RAP yang diperoleh dari hasil limbah lapis perkerasan aspal di Jalan Soekarno-Hatta, Bandar Lampung.

Hasil penelitian ini diperoleh nilai kepadatan kering maksimum yang didapatkan dari tiga perilaku jumlah tumbukan sebesar 1,965 gram/cm³, sehingga nilai CBR yang dihasilkan adalah sebesar 51%. Hal ini disebabkan pada saat pencampuran dan penumbukan, air yang ditambahkan tidak dapat masuk dengan sempurna ke rongga butiran RAP. Karena butiran RAP terlapisi oleh aspal sehingga bersifat *impermeable* (kedap air). Sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi RAP yang digunakan pada penelitian ini tidak dapat digunakan pada lapis pondasi kelas A tetapi dapat dijadikan sebagai bahan lapis pondasi kelas S. Dan apabila dilakukan penambahan jumlah tumbukan pada setiap lapisan, potensi RAP dapat memenuhi spesifikasi lapis pondasi kelas B.

Kata kunci : RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*), Lapis Pondasi, Kadar Air Optimum, CBR.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojongoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojongoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Provinsi Lampung memiliki dua jalan utama, yaitu jalan provinsi dan jalan nasional yang membentang dari Lampung Selatan hingga ke Mesuji, Waykanan dan Pesisir Barat. Berdasarkan data dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017), panjang jalan nasional di Provinsi Lampung adalah sebesar 1.292,21 km dan panjang jalan provinsi sebesar 1.781,72 km yang terdiri dari perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexibel pavement*).

Adapun jenis perkerasan jalan yang paling dominan digunakan pada jalan provinsi dan nasional di Provinsi Lampung adalah perkerasan lentur (*flexibel pavement*). Perkerasan lentur tersusun oleh lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan lapis tanah dasar (*subgrade*). Material pengikat yang digunakan untuk lapis permukaan pada perkerasan adalah aspal. Sedangkan untuk material pada lapis pondasi, umumnya terdiri dari agregat tanpa material pengikat.

Agregat merupakan material utama yang digunakan sebagai bahan pembentuk lapis pondasi jalan. Material agregat yang digunakan sebagai bahan lapis pondasi (*base course*) memiliki beberapa kriteria. Untuk kriteria abrasi, agregat kasar harus memiliki nilai 0-40%. Batas cair pada material dengan rentang 0-25. Sedangkan untuk indeks plastisitas dengan rentang antara 0-6. (Bina Marga 2010 Revisi 3, Divisi 5).

Kebutuhan material untuk perkerasan jalan mengalami peningkatan seiring dengan pembangunan besar di Provinsi Lampung. Salah satu pembangunan besar di Provinsi Lampung adalah pembangunan jalan tol. Pembangunan besar ini menyebabkan ketersediaan material seperti agregat menjadi semakin menipis. Beberapa alternatif ditemukan guna mencari bahan pengganti material pada lapis pondasi. Salah satunya adalah RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*).

RAP adalah bongkaran sisa perkerasan jalan yang telah rusak atau telah habis umur rencananya. RAP merupakan material perkerasan yang telah dibuang atau diolah ulang. Material yang terkandung dalam RAP meliputi aspal dan agregat. Bahan-bahan ini dihasilkan ketika perkerasan lentur dibongkar dan perlu direkonstruksi serta perlu dilakukannya pelapisan ulang.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Sutanto, Muslich Hartadi., *et. al.*, (2015) mengenai karakteristik bahan RAP, gradasi pada RAP menjadi hal yang penting dalam menentukan nilai kepadatan dan daya dukung bahan RAP. Ketika dihancurkan dan disaring secara tepat, RAP memiliki agregat berkualitas yang dilapisi oleh aspal semen (Sunarjono, Sri., *et.al.*, 2009). Kandungan agregat pada RAP tersebut menjadi sebuah potensi yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar lapis pondasi dengan *properties* yang lebih berkualitas. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terhadap potensi dari lapis pondasi (*Base course*) yang berbahan dasar RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai upaya untuk memanfaatkan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) yang terabaikan, memberikan pengetahuan kepada pelaksana perkerasan jalan tentang potensi dari penggunaan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) sebagai bahan lapis pondasi perkerasan jalan. Memberikan alternatif pilihan bagi pelaksana perkerasan jalan untuk memanfaatkan limbah RAP sehingga diharapkan dapat menekan harga kebutuhan agregat yang tinggi untuk lapis pondasi dengan tetap memperhatikan aspek kualitasnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Perkerasan jalan ialah gabungan antara bahan pengikat dan agregat. Fungsi perkerasan jalan adalah agar dapat memikul beban yang disebabkan oleh pergerakan lalu lintas. Adapun 2 (dua) jenis konstruksi perkerasan menurut Manual Perkerasan Jalan, Revisi Juni (2017) yaitu, *flexible pavement* atau perkerasan lentur dan *rigid pavement* atau perkerasan kaku.

2.2. Perkerasan Lentur

Secara garis besar konstruksi perkerasan lentur jalan raya terdiri dari 4 (empat) lapis, yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), dan lapis tanah dasar (*subgrade*). Pada lapis permukaan digunakan agregat dengan tambahan bahan pengikat aspal. Sedangkan, pada lapis pondasi pada umumnya terdiri dari agregat tanpa bahan pengikat.

2.3. Lapis Pondasi

2.3.1. Lapis Pondasi Kelas A (*Base Course*)

Lapis pondasi berfungsi untuk menyebarkan tegangan dari lapis permukaan (*surface course*) menuju lapisan dibawahnya, sebagai bagian lapisan pada konstruksi perkerasan yang mampu menahan gaya lintang yang ditimbulkan oleh beban roda kendaraan dan meneruskan beban tersebut ke lapisan dibawahnya dan sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan (*surface course*).

2.3.2. Lapis Pondasi Kelas B (*Subbase Course*)

Adapun fungsi *subbase course* adalah untuk meneruskan atau menyebarkan beban roda dari lapis pondasi atas menuju ke lapisan tanah dasar, untuk memperkecil resiko terjadinya pemuaihan pada tanah dasar dan sebagai lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi atas.

2.3.3. Lapis Pondasi Kelas S

Lapis pondasi kelas S merupakan lapis pondasi yang berfungsi sebagai bahu jalan tanpa penutup aspal dengan kondisi elevasi permukaan dan kemiringan melintang mengacu pada spesifikasi teknik.

2.4. Agregat

Secara umum agregat diartikan sebagai formasi kulit bumi yang keras, padat dan berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga bahan lapis pondasi atas (*base course*) menggunakan agregat kelas A dan untuk lapis pondasi bawah (*subbase course*) menggunakan agregat kelas B.

2.5. Gradasi Agregat Campuran pada Lapis Pondasi

Gradasi agregat ialah susunan butiran-butiran agregat yang sesuai dengan ukurannya. Dalam memperoleh ukuran butiran agregat perlu dilakukannya pemeriksaan. Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui ukuran butiran agregat adalah uji analisis saringan.

2.6. Potensi *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)

Teknologi daur ulang bahan perkerasan jalan sangat cocok dilaksanakan pada ruas jalan yang sudah rusak dan sudah tidak efektif lagi untuk diperbaiki atau dilakukan lapis ulang

di atasnya. Secara konvensional, perkerasan jalan yang sudah rusak biasanya harus diganti dengan material yang baru. Bila material bekas perkerasan ini sangat banyak dan menumpuk, maka akan memunculkan permasalahan limbah yang dapat mengganggu lingkungan.

Reclaimed Asphalt Pavement berpotensi dapat menghemat sumber daya alam, mengurangi laju kerusakan alam akibat penambangan serta dapat menghemat anggaran pembangunan. Agregat dari *reclaimed asphalt* dapat dicampurkan dengan material baru sehingga dapat menghasilkan material yang lebih baik atau sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku. Selain itu, penambahan material baru dapat memperbaiki umur teknis dan kualitas dari lapisan pondasi. Pemanfaatan material yang merupakan limbah bagi lingkungan perlu lebih dioptimalkan, sehingga menghemat penggunaan material alam. Strategi pemanfaatan *Reclaimed Asphalt* sebagai bahan konstruksi jalan adalah dengan perlunya dilakukan penambahan material lain yang ramah lingkungan sehingga dapat mengantisipasi kelemahan yang ada. Dalam hal ini penambahan agregat dengan tekstur yang kasar perlu dilakukan agar dapat memenuhi spesifikasi teknis lapis pondasi yang berlaku.

2.7. Karakteristik RAP sebagai Bahan Lapis Pondasi

2.7.1. Gradasi (Analisis Saringan)

Untuk mengetahui ukuran butir agregat pada RAP perlu dilakukannya uji analisa saringan. Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga tahun 2010 (Revisi 3) ukuran ayakan yang digunakan untuk mencari gradasi lapis pondasi adalah ukuran 50 mm, 37,5 mm, 25,0 mm, 9,50 mm, 4,75 mm, 2,0 mm, 0,425 mm, 0,075 mm.

2.7.2. Abrasi dan Nilai Keausan Butiran

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010, Revisi 3 dijelaskan bahwa nilai abrasi yang disyaratkan adalah sebesar 0-40%. Untuk menghitung hasil pengujian dari uji keausan dengan mesin abrasi *Los Angeles* pada SNI 2417:2008.

2.7.3. Kekuatan Butiran terhadap Tumbukan

Kekuatan butiran terhadap tumbukan atau yang lebih dikenal dengan AIV (*Aggregate Impact Value*) merupakan persentase perbandingan antara butiran yang hancur akibat tumbukan dengan jumlah sampel yang ada.

2.7.4. Kekuatan Butiran terhadap Tekanan

Kekuatan butiran terhadap tekanan atau ACV (*Aggregate Compact Value*) merupakan persentase perbandingan antara butiran yang hancur akibat tekanan dengan jumlah sampel yang ada.

2.7.5. Indeks Plastisitas (PI)

Menurut Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 revisi 3 indeks plastisitas yang disyaratkan adalah sebesar 0%-6%. Angka indeks plastisitas merupakan selisih angka batas cair (*liquid limit*) dengan batas plastis.

2.7.6. Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume butiran dengan berat volume air. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis *bulk*, berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*), berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan penyerapan.

2.8. Pematatan

Uji pematatan memiliki 4 variabel, yaitu pematatan, jenis sampel, kadar air dan kepadatan kering. Uji pematatan dilakukan untuk mengurangi volume pori (udara) yang ada didalam campuran benda uji dan untuk mengetahui kepadatan dengan didapatkan nilai kepadatan maksimal dan kadar air optimum dengan cara menumbuk benda uji dengan beberapa tumbukan yang telah ditentukan.

2.9. Modified Proctor

Pada penelitian ini digunakan pengujian pematatan dengan *modified proctor*. Secara umum *modified proctor* akan memberikan nilai kepadatan kering maksimum lebih tinggi dan kadar air optimum yang lebih rendah dibandingkan dengan *standard proctor*. Pengujian *modified proctor* menggunakan alat penumbuk 4,45 kg dan pematatan dilakukan dalam 5 lapisan.

Dari grafik kepadatan kering dengan kadar air akan didapatkan kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum. Selain itu pada grafik pematatan juga terdapat garis *Zero Air Void (ZAV)* yang tidak boleh memotong grafik pematatan. Garis *zero air void* didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$ZAV = \frac{G_s \times \rho_w}{100 + G_s \times \omega} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana, ρ_d adalah kepadatan kering (gram/cm³), ρ_w adalah kepadatan air (gram/cm³), ω adalah kadar air (%) dan G_s adalah berat jenis.

2.10. California Bearing Ratio (CBR)

Uji CBR Laboratorium (*California Bearing Ratio*) bertujuan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material pada lapis tanah dasar, lapis pondasi serta material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan. Pada penelitian ini dipilih CBR Laboratorium rendaman (*Soaked laboratory CBR*).

Perendaman sampel uji dilakukan selama 96 jam, lalu dilakukan pengujian CBR untuk pembacaan penetrasi. Berikut ini adalah rumus untuk mencari nilai CBR pada penetrasi 0,1 inch dan penetrasi 0,2 inch:

$$\% \text{ CBR pada penetrasi } 0,1 \text{ " } = \frac{\text{bebanterkoreksi}}{3000} \times 100\% \quad (2)$$

$$\% \text{ CBR pada penetrasi } 0,2 \text{ " } = \frac{\text{bebanterkoreksi}}{4500} \times 100\% \quad (3)$$

Adapun rumus kepadatan kering desain adalah sebagai berikut:

$$\text{kepadatan kering desain} = 95\% \times \text{kepadatan kering maksimum} \quad (4)$$

2.11. Penelitian Terdahulu

Terkait dengan penggunaan RAP sebagai bahan lapis pondasi yang telah dilakukan beberapa peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 1.:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Komposisi Campuran	Metode	KAO	CBR
1	Wartono (2018)	54% RAP + 41% agregat kasar + 5% filler	Modified proctor	5,5%	33,3%
2	Mengqi Wu (2011)	20% RAP + 80 agregat baru	Modified proctor	7,3%	-
		40% RAP + 60% agregat baru	Modified proctor	6,7%	-
3	Sri Widodo, Senja Rum Harnaeni, Lukman Hakim (2013)	55% RAP + 40% agregat baru + 5% abu batu	Modified proctor	5,5%	26,37%
4	Dane A. Cooley (2005)	25% RAP + 75% agregat baru	Modified proctor	6,92%	40,3%
		50% RAP + 50% agregat baru	Modified proctor	5,92%	28,67%
5	Ragil Fitriyanto (2016)	100 % RAP	Standard proctor	7,7%	-
		100 % RAP	Modified proctor	7,1%	36,37%

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.1. Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah material RAP yang diperoleh dari hasil bongkaran sisa perkerasan aspal di Jalan Soekarno-Hatta, Bandar Lampung. Sedangkan untuk material tambahan menggunakan agregat kasar dan agregat halus.

3.2. Peralatan Penelitian

Adapun dalam pelaksanaan penelitian ini peralatan yang digunakan adalah alat uji analisa saringan, alat uji pemeriksaan agregat, alat uji pemadatan, alat uji CBR laboratorium.

3.3. Tahapan-Tahapan Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Persiapan Bahan dan Peralatan Penelitian
3. Pengujian Bahan: Pengujian bahan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu bahan RAP dan bahan agregat baru meliputi uji analisa saringan, uji kekuatan butiran akibat tumbukan (AIV), uji kekuatan butiran akibat tekanan (ACV), uji keausan butiran (*Los Angeles Test*),

indeks plastisitas (batas cair dan batas plastis), uji berat jenis dan penyerapan sesuai dengan persyaratan sifat-sifat material lapis pondasi Bina Marga 2010 Revisi 3.

4. Pengecekan Sifat-Sifat Material Lapis Pondasi: Untuk pengecekan bahan RAP, agregat kasar dan agregat halus terhadap persyaratan sifat-sifat material lapis pondasi, menggunakan dengan Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.

5. Gradasi Rencana: Pada penelitian ini gradasi rencana yang digunakan adalah gradasi campuran pada lapis pondasi. Perencanaan gradasi pada lapis pondasi ini dilakukan dengan mengambil batas atas dan batas bawah dari setiap persen berat lolos saringan. Komposisi didapat dari hasil *trial and error* yang didasarkan pada nilai spesifikasi pada campuran gradasi lapis pondasi. Kemudian dilanjutkan proses pengayakan sesuai dengan nomor saringan yang dibutuhkan, dan berat yang telah dihitung dari proses analisa.

6. Menentukan Kadar Air Optimum dengan Cara Pemadatan: Pada tahapan ini, penentuan kadar air optimum dilakukan dengan cara pemadatan menggunakan metode *modified proctor* dengan enam buah sampel kadar air yang berbeda. Pemadatan dilakukan dengan cara membagi sampel uji menjadi 5 bagian. Lalu melakukan penumbukan sebanyak 56 tumbukan/lapis. Penambahan air dilakukan dengan rentang kadar air 1-2%.

7. Menghitung KAO (Kadar Air Optimum): Setelah pengujian pemadatan selesai, maka akan didapatkan nilai kadar air, kepadatan basah dan kepadatan kering yang dapat digambarkan menjadi grafik hubungan antara kadar air dengan kepadatan kering serta garis ZAV (*Zero Air Void*). ZAV difungsikan sebagai batas maksimum dari grafik hubungan kadar air dan kepadatan kering. Sehingga dari grafik tersebut akan didapatkan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji CBR.

8. Pembuatan Benda Uji pada Kadar Air Optimum: Pembuatan benda uji pada kadar air optimum dilakukan dengan mencampurkan setiap contoh material yang telah dipersiapkan dengan sejumlah air sesuai kadar air optimum. Lalu pemadatan dilakukan dalam 5 lapis dengan benda uji pertama 10 tumbukan/lapis, benda uji kedua pemadatan dilakukan dengan 30 tumbukan/lapis dan benda uji ketiga dengan 65 tumbukan/lapis.

9. Pengujian Uji CBR Laboratorium dengan rendaman: Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan perendaman selama 4 hari (96 jam). Pengujian benda uji dilakukan dengan menggunakan alat uji CBR Laboratorium. Kemudian, dilakukan pembacaan *dial* penurunan dan beban pada alat uji.

10. Analisis dan Hasil Pengolahan Data: Analisis data dilakukan untuk mengolah data yang telah didapatkan pada saat penelitian di Laboratorium, meliputi nilai keausan *Los Angeles*, indeks plastisitas, gradasi, AIV, ACV, nilai kepadatan dan nilai CBR. Hasil pengolahan data akan diuraikan dalam bentuk grafik hubungan kadar air dengan kepadatan kering, serta grafik hubungan beban dengan penetrasi CBR yang sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 tentang lapis pondasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Bahan

4.1.1. Kekuatan Butiran terhadap Tumbukan (AIV)

Hasil pengujian bahan RAP dan agregat baru terhadap tumbukan (AIV) secara berturut-turut sebesar 7,730% dan 4,790%. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahan RAP dan agregat baru telah memenuhi spesifikasi bina marga yaitu <30% dan dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi.

4.1.2. Kekuatan Butiran terhadap Tekanan (ACV)

Hasil pengujian bahan RAP dan agregat baru terhadap tekanan (ACV) secara berturut-turut sebesar 3,280% dan 2,420%. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahan RAP dan agregat baru telah memenuhi spesifikasi bina marga yaitu <30% dan dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi.

4.1.3. Pemeriksaan Abrasi dengan Mesin *Los Angeles*

Hasil pengujian bahan RAP dan agregat baru terhadap pemeriksaan abrasi dengan mesin *los angeles* secara berturut-turut sebesar 23,627% dan 16,035%. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahan RAP dan agregat baru telah memenuhi spesifikasi bina marga yaitu 0-40% sehingga dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi.

4.1.4. Indeks Plastisitas

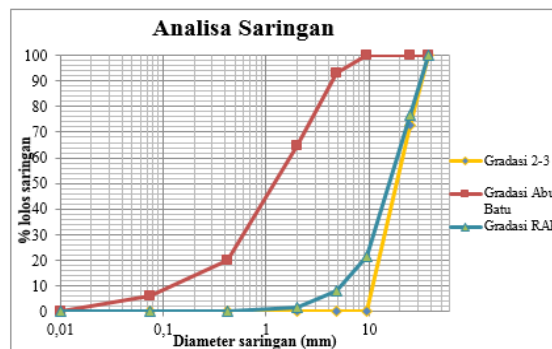
Tabel 2. Nilai Indeks Plastisitas

Sampel	Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Indeks Plastisitas (PI)
RAP	21,3%	Tidak dapat ditentukan	0% (Non Plastis)
Agregat Baru	22,8%	Tidak dapat ditentukan	0% (Non Plastis)

Berdasarkan tabel 2. nilai indeks plastisitas bahan RAP dan agregat baru dinyatakan sebagai non plastis (0%). Menurut spesifikasi bina marga 2010, nilai indeks plastis untuk RAP dan agregat baru telah memenuhi persyaratan sebesar 0%, dimana nilai indeks plastis yang disyaratkan adalah 0-6%

4.1.5. Analisa Saringan

Adapun hasil analisa saringan RAP dan agregat baru pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan

4.2. Desain Campuran

4.2.1. Komposisi Gradasi Campuran pada Sampel Lapis Pondasi

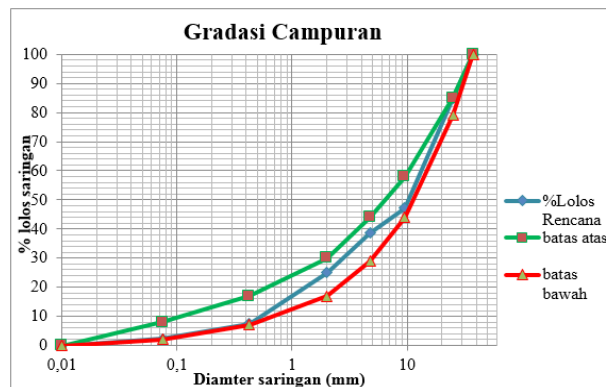
Dari data hasil pengujian analisa saringan tersebut, dilakukan penentuan proporsi bahan pada campuran lapis pondasi menggunakan cara *trial and error*. Sehingga didapatkan persentase proporsi masing-masing bahan yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah persen kebutuhan pada setiap bahan

RAP	Trial and error		% Lolos Gradasi Campuran
	Agregat Baru	Abu Batu	
45%	17,5%	37,5%	100%

4.2.2. Pemeriksaan Gradasi Campuran

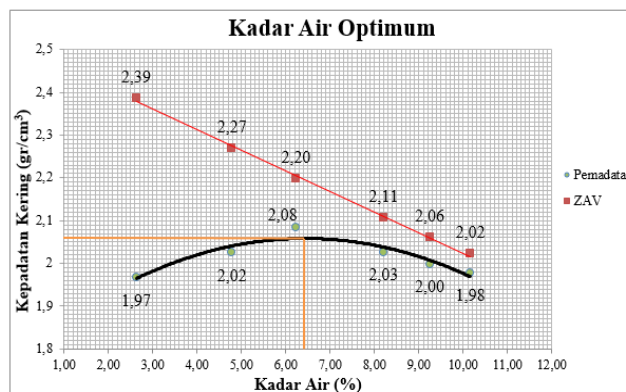
Persentase campuran harus memenuhi persyaratan, dimana harus berada diantara batas atas dan batas bawah yang telah ditentukan sesuai dengan jenis campuran yang akan direncanakan. Hasil pemeriksaan gradasi campuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pemeriksaan Gradasi Campuran

4.2.3. Pemeriksaan Kadar Air Optimum dengan Cara Pemadatan

Hasil pemeriksaaan kadar air optimum pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pemadatan

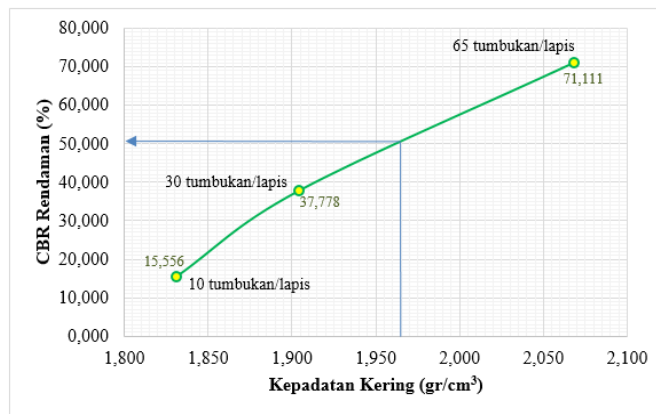
Pada Gambar 3, terdiri dari dua buah grafik yaitu grafik pemadatan dan grafik *Zero Air Void* (ZAV). Hasil kadar air optimum yang diperoleh sebesar 6,40% serta nilai kepadatan kering maksimum sebesar 2,06 gram/cm³.

4.2.4. Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Hasil pengujian CBR pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Jumlah Tumbukan/lapis	10	30	65
Nilai CBR (%)	15,556	37,778	71,111
Kepadatan kering (gr/cm³)	1,831	1,904	2,068



Gambar 4. Grafik CBR Laboratorium pada Kadar Air Optimum

Berdasarkan hasil perhitungan kepadatan kering desain sebesar 1,965 gram/cm³, didapatkan nilai CBR sebesar 51% (Gambar 4). Nilai CBR ini menunjukkan bahwa bahan yang digunakan pada penelitian kurang sesuai dijadikan sebagai bahan lapis pondasi kelas A, tetapi lebih sesuai untuk bahan lapis pondasi kelas S. Hal ini disebabkan pada saat pencampuran dan penumbukan, air yang ditambahkan tidak dapat masuk dengan sempurna ke rongga butiran RAP. Karena butiran RAP terlapsi oleh aspal sehingga bersifat *impermeable* (kedap air).

Sampel uji yang dipadatkan dengan metode *modified proctor* masih mempunyai pori-pori meskipun sudah dipadatkan dalam *mold*. Dikarenakan, kepadatan berhubungan dengan rongga didalam campuran. Sehingga, semakin banyak rongga maka semakin kecil nilai penetrasi CBR yang didapatkan. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu (dapat dilihat pada tabel 1.), nilai CBR yang didapatkan pada penelitian ini memperoleh nilai tertinggi sebesar 51% dengan komposisi RAP 45% dan agregat baru 55%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa potensi RAP yang digunakan pada penelitian sekarang tidak dapat digunakan pada lapis pondasi kelas A tetapi dapat dijadikan sebagai bahan lapis pondasi kelas S. Dan apabila dilakukan penambahan jumlah tumbukan pada setiap lapisan, potensi RAP dapat memenuhi spesifikasi lapis pondasi kelas B.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, data hasil pengujian, pembahasan serta analisa yang telah dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya, dapat diambil kesimpulan antara lain, secara berturut-turut berdasarkan jumlah tumbukan 10, 30 dan 65 per lapis, didapatkan nilai CBR sebesar 15,556%, 37,778% dan 71,111%. Dari ketiga sampel CBR tersebut, diperoleh nilai CBR maksimum pada sampel 65 tumbukan/lapis. Dikarenakan, semakin banyak jumlah tumbukan maka akan semakin besar nilai CBR yang akan didapatkan. Selanjutnya, berdasarkan hasil nilai kepadatan kering maksimum yang didapatkan dari tiga perilaku jumlah tumbukan yaitu sebesar 1,965 gram/cm³, maka nilai CBR yang dihasilkan adalah sebesar 51%. Hal ini disebabkan pada saat pencampuran dan penumbukan, air yang ditambahkan tidak dapat masuk dengan sempurna ke rongga butiran RAP. Karena butiran RAP terlapi oleh aspal sehingga bersifat *impermeable* (kedap air). Sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi RAP yang digunakan pada penelitian ini tidak dapat digunakan pada lapis pondasi kelas A tetapi dapat dijadikan sebagai bahan lapis pondasi kelas S. Dan apabila dilakukan penambahan jumlah tumbukan pada setiap lapisan, potensi RAP dapat memenuhi spesifikasi lapis pondasi kelas B.

DAFTAR PUSTAKA

- Cooley, Dane A, 2005, *Effects of Reclaimed Asphalt Pavement in Mechanical Properties of Base Materials*, Brigham Young University, Amerika Serikat, 86p.
- Fitriyanto, Ragil, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni, 2016, *Investigasi Sifat Kepadatan dan Daya Dukung RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) bergradasi DBM (Dense Bitumen Macadam)*, 19p.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017, *Buku Informasi Statistik 2017*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Sekretariat Jenderal Pusat Data dan Teknologi Informasi (Pusdatin), Jakarta, 13p.
- Spesifikasi Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 5 Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen, Seksi 5.1 Lapis Pondasi Agregat*, Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta, 71p.
- Sunarjono, Sri, Renaningsih, Wahyu Purnomo, Danny Kelana Giri, 2009, *Karakteristik Reclaimed Asphalt Pavement Sebagai Bahan Daur Ulang Preservasi Jalan*, Dinamika Teknik Sipil, Surakarta, 6p.
- Sutanto, Muslich Hartadi, Sri Sunarjono, Widyorini Windi Astuti, 2015, *Karakteristik Bahan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Ruas Jalan Pantura Jawa*, Jurnal Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 3, Surakarta, 8p.
- Wartono, 2018, *Kajian Penggunaan Bahan RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) dalam Pemanfaatan Green Technology untuk Material Jalan*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 17p.
- Widodo, Sri, Senja Rum Harnaeni, Lukman Hakim, 2013, *Hasil Bongkaran Perkerasan Jalan sebagai Bahan Lapis Pondasi Jalan Raya*, Media Komunikasi Teknik, Surakarta, 6p.
- Wu, Mengqi, 2011, *Evaluation of High Percentage Recycled Asphalt Pavement as Base Course Materials*, Washington State University, Amerika Serikat, 156p.

