

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT* (RAP) DENGAN PENABAHAN PASIR SEBAGAI BAHAN *SUBBASE* JALAN

Abstrak: Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian area darat, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/ atau air, serta dipermukaan air. Tidak semua jalan yang dibangun merupakan jalan baru, adapula jalan lama yang diperbaiki kerusakannya. Perbaikan ini meliputi pembongkaran perkerasan lama dan pelapisan ulang (*overlay*). Dalam penelitian ini penulis memberikan pemecahan alternative pemanfaatan limbah *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dengan bahan tambah Pasir sebagai bahan *subbase* jalan. Penelitian ini dilakukan dengan empat variasi penambahan yaitu 0% , 5%, 10%, dan 15%.

Hasil dari pengujian tanah yang dilakukan di laboratorium pada pengujian pemadatan masing masing variasi diperoleh kadar air (W_{opt}) yaitu 4.80%, 4.30%, 4.27%, 4.20%. dan kepadatan kering optimum ($\gamma_{d_{maks}}$) yaitu 1.824 gr/cm³, 1.980 gr/cm³, 1.988 gr/cm³ dan 2.060 gr/cm³. Sedangkan hasil pengujian CBR, nilai CBR tertinggi dicapai pada variasi 15% penambahan pasir terhadap material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dengan nilai CBR penetrasi 01” sebesar 40% dan penetrasi 02” sebesar 50%. Dari hasil pengujian nilai CBR tertinggi dicapai pada sampel variasi 15% rendaman dengan nilai penetrasi 0.1” dan 0,2” masing masing 40% dan 50% yang mana belum memenuhi standar minimum dalam spesifikasi nilai minimal CBR *subbase* jalan sebesar 60% sesuai Spesifikasi Umum 2018.

Abstract: Road is a land transportation infrastructure covering all parts of the land area, including complementary buildings and equipment intended for traffic, which are on the ground surface, above the ground surface, below the ground and / or water surface, as well as on the water surface. Not all roads built are new roads, there are old roads that have been repaired. These improvements include removing the old pavement and overlaying it. In this study, the authors provide an alternative solution for the utilization of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) waste with added sand as a road subbase material. This research was conducted with four variations of addition, namely 0%, 5%, 10%, and 15%. The results of soil testing conducted in the laboratory on compaction testing of each variation obtained moisture content (W_{opt}), namely 4.80%, 4.30%, 4.27%, 4.20%. and the optimum dry density ($\gamma_{d_{max}}$) is 1,824 gr / cm³, 1,980 gr / cm³, 1,988 gr / cm³ and 2,060 gr / cm³. While the CBR test results, the highest CBR value was achieved at the 15% variation of the addition of sand to the Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) material with a CBR value of 01 "penetration of 40% and penetration of 02" of 50%. From the test results the highest CBR value was achieved in a sample of 15% immersion variation with a penetration value of 0.1 "and 0.2" respectively 40% and 50% which did not meet the minimum standard in the specification of the minimum CBR value for road subbase of 60% according to the 2018 General Specifications .

PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian area darat, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah,

diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/ atau air, serta dipermukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006). Tidak semua jalan yang dibangun merupakan jalan baru, adapula jalan lama yang diperbaiki kerusakannya. Jalan raya yang umumnya sering diperbaiki yaitu jalan dengan tipe perkerasan lentur.

Akan tetapi pembongkaran lapis perkerasan yang rusak hanya menjadi limbah yang ditumpuk dan dibuang, kadangkala diambil oleh warga sekitar untuk menimbun halaman. Maka akan lebih baik jika hasil bongkaran perkerasan jalan yang disebut reclaimed asphalt pavement (RAP) tersebut didaur ulang untuk dijadikan bahan perkerasan jalan sehingga bisa menghemat agregat yang saat ini harganya semakin mahal. Material yang digunakan adalah limbah yang berasal dari pembongkaran perkerasan beraspal pada proyek Preservasi

dan Pelebaran Jalan Batas Provinsi Sulbar-Batas Kota Pinrang I, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan. Pasir yang digunakan adalah pasir asal Kabupaten Pinrang. Tujuan dari penelitian ini yaitu Menganalisis karakteristik material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan subbase jalan dan Mendapatkan hasil pengujian pengolahan limbah Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dengan penambahan pasir untuk dapat digunakan sebagai bahan subbase jalan. Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemanfaatan limbah perkerasan beraspal untuk subbase jalan dan juga sebagai referensi dalam pemanfaatan limbah perkerasan beraspal.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan lentur atau perkerasan aspal adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Pada umumnya baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Reclaimed Asphalt Pavement atau sering dikenal sebagai RAP adalah bahan limbah bongkaran perkerasan jalan fleksibel yang telah habis umur rencananya serta mengalami kerusakan. Proses pembongkaran menggunakan alat berat yang disebut CMM (*Cold Milling Machines*). Hasil pengupasan aspal lama itulah yang disebut RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) dimana material ini berpotensi sebagai pengganti aspal dan agregat baru dalam perkerasan jalan dan bahu jalan sehingga dapat menghemat sumber daya alam akibat penambangan material perkerasan jalan. Namun untuk dapat digunakan sebagai bahan perkerasan baru, RAP memiliki kendala dalam hal kualitas. Agar kualitas dari campuran RAP ini menjadi lebih baik adalah dengan memperbaiki propertis dari RAP tersebut. Perbaikan propertis dari RAP ini bisa dengan penambahan filler, agregat baru, aspal baru atau dengan penambahan bahan tambah lainnya (Sofyan Ramadhan, 2019). Material ini terdiri atas *degraded aggregate* dan *aged* bitumen yang masih mempunyai potensi untuk diolah kembali menjadi bahan perkerasan jalan dengan *properties* yang lebih berkualitas.



Gambar 2.2 Material *Reclaimed Asphalt Pavement*

Pasir merupakan material lepas – lepas sehingga diantara material tersebut tidak memiliki daya ikat satu dengan lainnya, serta memiliki ukuran pasir 0,06 mm – 4,75 mm (Pettijohn *et al*, 1987). Apabila pasir tersebut terkompaksi, maka pasir akan berubah menjadi batu pasir. Pada kegiatan penelitian ini, pasir yang akan digunakan sebagai bahan tambahan stabilisasi pada sampel direncanakan menggunakan pasir bangunan.

Menurut Pettijohn *et al* (1987), pasir dapat digolongkan menjadi tiga kategori utama: (1) pasir terigen (*terrigenous sand*); (2) pasir karbonat (*carbonate sand*); dan (3) pasir piroklastik (*pyroclastic sand*).

Pasir terigen merupakan pasir yang terbentuk dari hasil pelapukan dan

penghancuran batuan. Kemudian pasir tersebut diangkut oleh aliran fluida (air atau udara).

Sebagian besar pasir karbonat merupakan endapan sedimen laut dan terutama disusun oleh rangka binatang, oolit, serta intraklas yang terbentuk pada tempat yang relatif berdekatan dengan lokasi pengendapannya

- b. Efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapis di atasnya dapat dikurangi tebalnya.
- c. Lapis peresap, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- d. Lapis pertama, agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.

Tabel 2.1 Modulus Kehalusan Pasir

Jenis Pasir	Modulus Kehalusan (MHB)
Pasir Halus	2,20 – 2,60
Pasir Sedang	2,60 – 2,90
Pasir kasar	2,90 – 3,20

Sumber: Tjokrodimulyo, 1992.

Lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai :

- a. Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapis tanah dasar. Lapis ini harus cukup stabil dan mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20%, serta Indeks Plastis sama atau lebih kecil dari 10%.

Lapis filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi.

Berikut standar acuan yang digunakan dalam penelitian :

Tabel 2.2 Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos			
		Lapis Pondasi Agregat			Lapis Drainase
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas S	
2"	50		100		
1 1/2"	37,5	100	88 - 95	100	100
1"	25,0	79 - 85	70 - 85	77 - 89	71 - 87
3/4"	19,0				58 - 74
1/2"	12,5				44 - 60
3/8"	9,50	44 - 58	30 - 65	41 - 66	34 - 50
No.4	4,75	29 - 44	25 - 55	26 - 54	19 - 31
No.8	2,36				8 - 16
No.10	2,0	17 - 30	15 - 40	15 - 42	
No.16	1,18				0 - 4
No.40	0,425	7 - 17	8 - 20	7 - 26	
No.200	0,075	2 - 8	2 - 8	4 - 16	

Sumber: Spesifikasi Umum 2018

ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat Sifat	Lapis Pondasi Agregat			Lapis Drainase
	Kelas A	Kelas B	Kelas S	
Abrasi dari Agregat Kasar (SNI 2417:2008)	0 - 40%	0 - 40%	0 - 40%	0 - 40%
Butiran Pecah, tertahan ayakan No.4 (SNI 7619:2012)	95/90 ¹⁾	55/50 ²⁾	55/50 ²⁾	80/75 ³⁾
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 - 25	0 - 35	0 - 35	
Indeks Plastisitas (SNI 1966:2008)	0 - 6	4 - 10	4 - 15	
Hasil kali Indeks Plastisitas dng. % lolos ayakan No.200	maks 25			
Gumpalan lempung dan butiran butiran mudah pecah (SNI 4141:2015)	0 - 5%	0 - 5%	0 - 5%	0 - 5%
CBR Rendaman (SNI 1744:2012)	min 90%	min 60%	min 50%	
Perbandingan persen lolos ayakan No.200	maks 2/3	maks 2/3		

dengan No.40

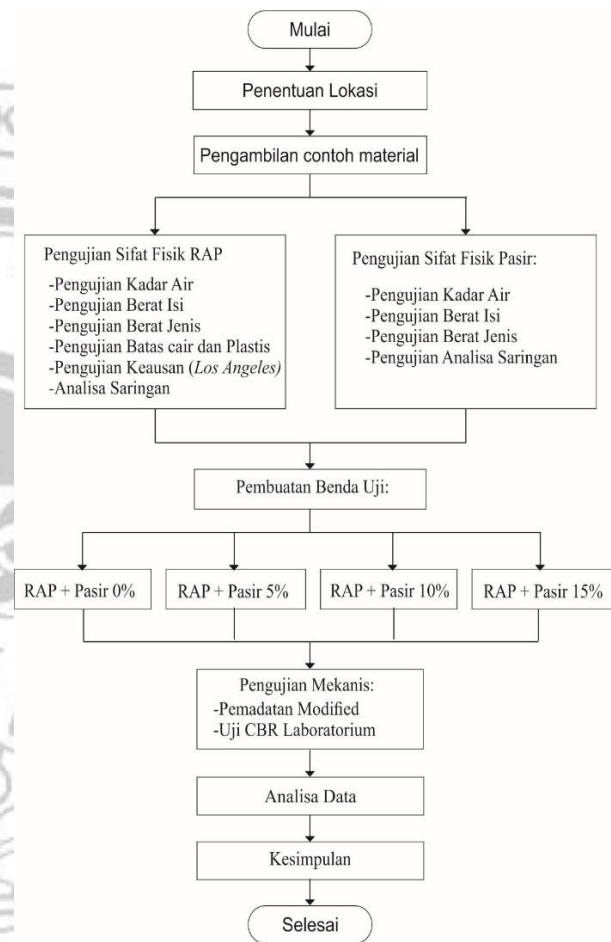
Kofisien keseragaman : $C_v = D_{60}/D_{10}$

> 3,5

Sumber: Spesifikasi Umum 2018

CBR dinyatakan dalam persen, adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi sedalam 0,1 inci atau 0,2 inci antara contoh tanah dengan batu pecah standar. Nilai CBR adalah nilai empiris dari mutu tanah dasar dibandingkan dengan mutu batu pecah standar yang memiliki nilai CBR 100%. Pengujian CBR laboratorium mengikuti SNI 03-1744, atau ASTM D 1883. Alat pengujian terdiri dari piston dengan luas 3 inci² yang digerakkan dengan kecepatan 0,05 inc/menit, vertikal ke bawah. *Proving ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu, sedangkan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu, sedangkan arloji pengukur untuk mengukur dalamnya penetrasi.

METODE PELAKSANAAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

➤ Hasil

Pengujian Propertis

Pengujian indeks propertis yang dilaksanakan pada material *Reclaimed Asphalt Pavement*

(RAP) meliputi pengujian kadar air, berat isi, berat jenis, analisa saringan, dan keausan agregat (*Los Angeles*). Data pengujian kadar air, berat isi, berat jenis dan keausan material *Reclaimed Asphalt*

Pavement (RAP) dapat dilihat pada tabel 4.1. Adapun data analisa saringan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Propertis Reclaimed Asphalt Pavement

No	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	1.561	%
2	Berat Isi	1.308	Kg/Ltr
3	Berat Jenis :		
	a. Berat Jenis Kering Curah	2.427	
	b. Berat Jenis SSD	2.501	
	c. Berat Jenis Semu	2.622	
4	Keausan <i>Los Angeles</i>	30	%
5	Modulus Kehalusan	4.151	

Sumber: Lampiran Data Pengujian Laboratorium

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Reclaimed Asphalt Pavement

Nomor Saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Agregat (Gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Komulatif Tertahan	Persentase komulatif Lolos (%)	Standar Kelas B
2"	50	0	0.000	0.000	100	100
1 ½"	37.5	66.75	2.669	2.669	97.331	88-95
1"	25	245.3	9.810	9.810	90.190	70-85
3/8"	9.5	1589.52	63.567	63.567	36.433	30-65
No.4	4.75	384.51	15.377	78.944	21.056	25-55
No.10	2	170.76	6.829	85.772	14.228	15-40

No.40	1.18	29.88	1.195	86.967	13.033	8-20
No.200	0.075	9.88	0.395	87.362	12.638	2-8
PAN	0	3.66	0.146	87.509	12.491	
Jumlah		2500.26	99.988			
Modulus	Kehalusan	4.15				
(F)						

Sumber: Lampiran Data Pengujian Laboratorium

Agregat halus yang digunakan yang meliputi pengujian kadar air, berat sebagai bahan pengisi campuran isi, berat jenis, dan analisa saringan merupakan jenis pasir sungai yang Hasil pengujian karakteristik agregat berasal dari Kabupaten Pinrang, halus baik kadar air, berat isi dan berat Sulawesi Selatan. Untuk mengetahui jenis dapat dilihat pada Tabel 4.3 karakteristik agregat tersebut, dibawah ini. dilaksanakan pengujian indeks properties

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Propertis Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	4.211	%
2	Berat Isi	1.536	Kg/Ltr
3	Berat Jenis		
	a. Berat Jenis Kering Curah	2.516	
	b. Berat Jenis SSD	2.570	
	c. Berat Jenis Semu	2.570	
4	Modulus Kehalusan	2.860	

Sumber: Lampiran Data Pengujian Laboratorium

Adapun data hasil pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor Saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Agregat (Gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Komulatif Tertahan	Persentase komulatif Lolos (%)	Zona III
4	4.75	49.41	1.976	1.976	98.024	90-100
8	2.36	158.87	6.353	8.329	91.671	85-100
16	1.18	282.57	11.300	19.630	80.370	75-100
30	0.6	1213.18	48.516	68.146	31.854	60-79
50	0.3	564.01	22.555	90.701	9.299	12-45
100	0.15	150.92	6.035	96.737	3.263	0-15
PAN	0	81.6	3.263	100.000	0.000	
Jumlah		2500.56	100.000			
Modulus Kehalusan (F)	2.86					

Sumber: Lampiran Data Pengujian Laboratorium

Berdasarkan Tabel 4.1, hasil pengujian kadar air didapatkan bahwa material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) memiliki kadar air 1,561% menunjukkan bahwa material ini cukup dimana telah memenuhi standar spesifikasi dengan rentang nilai 0-40% (Spesifikasi Umum 2018). Dalam pengujian analisa saringan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP), ada beberapa persentase kumulatif lolos yang melampaui dan tidak tercapai standar. Fraksi bahan yang lolos ayakan No.200 tidak boleh melampaui dua per tiga fraksi bahan yang lolos ayakan No.40 (Spesifikasi Umum 2018), dimana

kering. Hasil pengujian berat isi menunjukkan material ini memiliki berat isi sebesar 1,308 Kg/Liter. Hasil uji abrasi metode *Los Angeles* dari material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) sebesar 30% hasil analisa saringan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) menunjukkan bahwa persen lolos ayakan No.200 tidak melebihi dua per tiga dari persen lolos ayakan No.40 serta memiliki modulus kehalusan sebesar 4,15. Pengujian kadar air terhadap agregat halus dilaksanakan dengan keadaan terganggu, Dimana agregat tersebut telah terkena hujan dan panas matahari secara bergantian selama masa

penyimpanan, sehingga nilai kadar air yang dihasilkan sebesar 4,211 % belum bisa dijadikan sebagai acuan yang pasti. Sesuai dengan Tabel 4.3, berat isi dari agregat halus ialah 1,536 Kg/Liter, telah memenuhi standar berat isi pasir berdasarkan pengujian ASTM yang berkisar Antara 2,5-2,9. Adapun pengujian berat jenis, berat jenis

kering curah, SSD, dan semu masing-masing diperoleh 2,516; 2,570 dan 2,570. Berdasarkan Tabel 4.4, modulus kehalusan agregat halus yang diuji diperoleh 2,86 dimana agregat termasuk jenis pasir sedang menurut modulus kehalusan (MHB) dengan rentang 2,60-2,90.

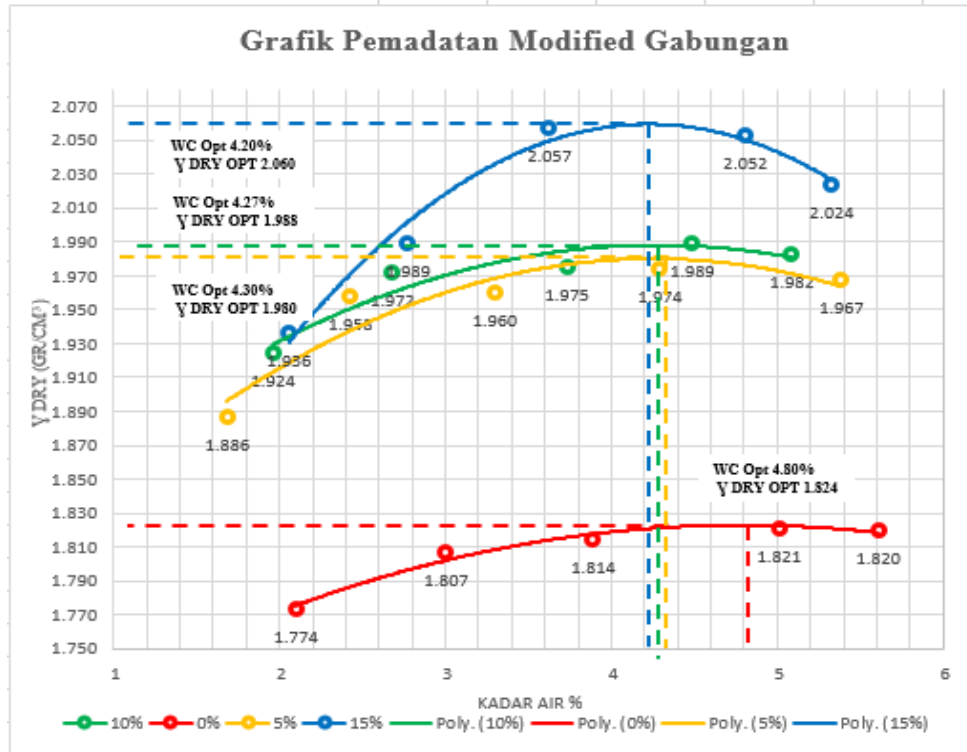
Pengujian Mekanik

- Pematatan

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pematatan Modified

Variasi Sampel	W_{opt} (%)	$\gamma_{d_{maks}}$ (gr/cm ³)
RAP + 0% Pasir	4,80	1,824
RAP + 5% Pasir	4,30	1,980
RAP + 10% Pasir	4,27	1,988
RAP + 15% Pasir	4,20	2,060

Sumber: Lampiran data pengujian laboratorium



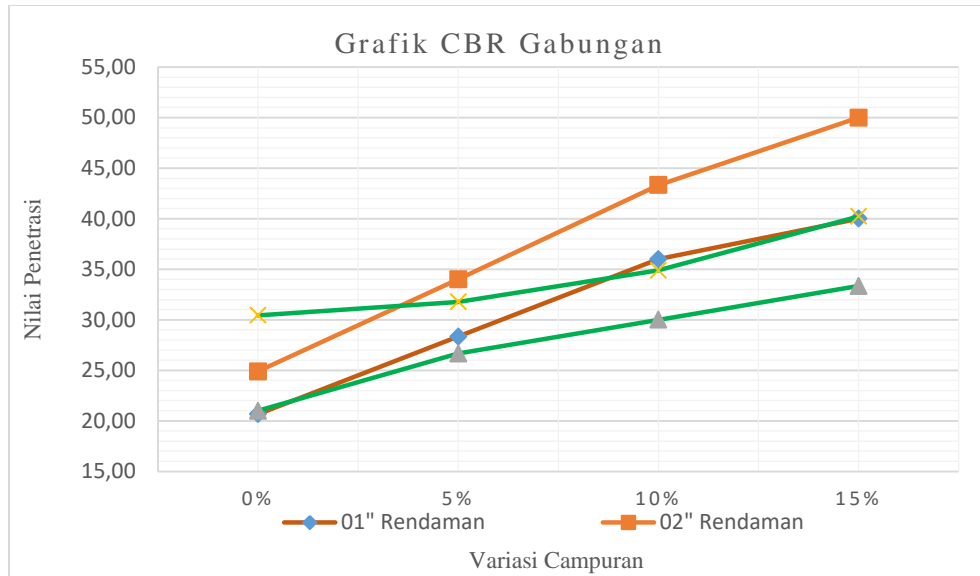
- **CBR**

Tabel 4.6 Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Variasi Sampel	W _{opt} (%)	y _{d maks} (gr/cm ³)	Nilai	CBR		Nilai	CBR
			Rendaman	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
RAP + 0% Pasir	4.80	1.824	20.67	24.89	21.00	30.44	
RAP + 5% Pasir	4.30	1.980	28.33	34.00	26.67	31.78	
RAP + 10% Pasir	4.27	1.988	36.00	43.33	30.00	34.89	
RAP + 15% Pasir	4.20	2.060	40.00	50.00	33.33	40.22	

Sumber: Lampiran data pengujian laboratorium

Adapun grafik CBR gabungan dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) merupakan limbah bongkaran yang berukuran cukup kasar layaknya agregat kasar, hal tersebut mengakibatkan

Dari pengujian Pemadatan *Modified*, diperoleh nilai kadar air optimum (W_{opt}) dan kepadatan kering optimum ($\gamma_{d_{maks}}$) dari setiap sampel yang diuji. Adapun kadar air optimum dari sampel variasi 0%, 5%, 10% dan 15% masing masing sebesar 4,8%, 4,30%, 4,27% dan 4,20%. Semakin tinggi persen penambahan pasir, semakin rendah kadar air yang dihasilkan.

pengujian Indeks Plastisitas tidak memungkinkan untuk dilaksanakan sehingga material dapat disimpulkan bersifat non-plastis

Sedangkan nilai kepadatan kering optimum dari sampel variasi 0%, 5%, 10% dan 15% masing masing sebesar 1,824 gr/cm³; 1,980 gr/cm³; 1,988 gr/cm³ dan 2,060 gr/cm³. Semakin tinggi persen penambahan pasir, semakin tinggi kepadatan kering yang dihasilkan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.5.

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil pengujian CBR, nilai CBR tertinggi

dicapai pada variasi 15% penambahan pasir terhadap material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dengan nilai CBR penetrasi 01” sebesar 40% dan penetrasi 02” sebesar 50%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada

gambar 4.2 yang menyajikan grafik CBR gabungan. Terjadi peningkatan secara bertahap pada nilai penetrasi pada setiap penambahan pasir terhadap material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP).

Merujuk dari Spesifikasi Umum 2018, nilai CBR rendaman untuk lapis subbase jalan kelas B minimal 60%, sehingga penggunaan

Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) belum bisa digunakan sebagai bahan subbase jalan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian sebagai berikut:

1. Penggunaan pasir sebagai bahan stabilisasi material mampu meningkatkan nilai CBR pada Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) secara bertahap.
2. Setelah dilakukan penambahan agregat halus pada material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), Nilai CBR tertinggi dicapai pada sampel variasi 15% rendaman dengan nilai penetrasi 0.1” dan 0,2” masing masing 40% dan 50% yang mana belum masuk dalam

spesifikasi nilai minimal CBR subbase jalan sebesar 60% sesuai Spesifikasi Umum 2018.

Maka limbah material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dengan penambahan agregat halus/pasir belum bisa digunakan sebagai bahan subbase jalan karena nilai CBR yang dihasilkan belum mencapai nilai CBR minimum lapis pondasi kelas B yang dipersyaratkan sesuai Spesifikasi 2018

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian ini, perlu adanya penelitian lanjutan mengenai bahan stabilisasi material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) yang dapat

- meningkatkan nilai CBR secara signifikan.
2. Perlu kajian lebih lanjut tentang jumlah penambahan pasir terhadap material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) agar nilai CBR minimum *subbase* jalan dapat tercapai.
 3. Dari hasil penelitian, sampel belum dapat digunakan sebagai bahan *subbase* jalan, tetapi dapat disarankan untuk digunakan sebagai bahan *subgrade* jalan.
 4. Perlunya ketelitian dalam melaksanakan pengujian guna menjamin keakuratan data hasil pengujian, sebab sedikit kesalahan dapat berdampak besar terhadap hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T193. 2003. *Standar Method of Test for The California Bearing Ratio*.
- Apriyono, Arwan. 2012. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*. Purwokerto: Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman.
- F.J. Pettijohn, Paul E.Potter, Raymond Siever. 1987. *Sand and stone*. Springer Science & Bussines Media.
- Hadi, H. 2019. Teknologi Daur Ulang Perkerasan Jalan Material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). (Online), (<https://www.ilmubeton.com/2019/1/0/MaterialReclaimedAsphaltPavement.html?m=1>) diakses pada 15 Januari 2020
- Hendra Setiawan dan Novita Pradani 2013. Analisis Sifat Fisik Material Perkerasan Jalan Hasil Daur Ulang. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan
- Phillips, T., 2004. State-of-the-art RAP Processing, *Hot-Mix Magazine Vol. 9 No. 2*, Tennessee USA.
- Prasetio, Noto. Pengertian Agregat Halus. (Online), (<https://notoprasetio.blogspot.com/2013/01/pengertian-agregat-halus.html?m=1>) diakses pada 22 Januari 2020
- Ramadhan, Sofyan. 2019. Pengaruh Persentase Bahan Campuran Aspal Daur Ulang Terhadap Karakteristik

Mekanik Campuran Aspal Panas Lapisan Ac – Wc (Asphalt Concrete – Wearing Course). Skripsi. Lampung: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung

Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Cetakan pertama. Bandung: Nova.

Sulistiawati, R dan Surya Ramda. 2017. *Studi Penggunaan Tanah Lunak Yang Distabilisasi Dengan Pasir Sebagai Bahan Subgrade*. Laporan

Tugas Akhir. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Supriyanto, Hendra. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*. (Online), (<https://www.slideshare.net/mobile/hendrasquallleonhart/buku-petunjuk-praktikum-mektan>) diakses pada 22 Januari 2020.

Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. 2018. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.



JURNAL PENELITIAN TEKNIK SIPIL

Jurnal Intensip

Informasi Teknik Sipil

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT* (RAP) DENGAN PENABAHAN PASIR SEBAGAI BAHAN *SUBBASE* JALAN



VIRGINA IFAH MANGAMBE

312 17 007

ASWARYONO

312 17 013

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONSTRUKSI SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2020

