

PENGARUH PEMAKAIAN PEREMAJA ANTI RAYAP DAN ASPAL PEN 60/70 TERHADAP KINERJA RAP (*RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT*) AC-WC GRADASI HALUS BERDASARKAN UJI *MARSHALL*

Afdal¹, Gunawan Wibisono¹ dan Muhardi¹

¹ Pascasarjana, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Jl. HR Subrantas Km 12,5, Pekanbaru 28293, Indonesia

*E-mail : *afdalstmt66@gmail.com*

ABSTRAK

Kebutuhan aspal dan agregat untuk pembangunan dan pemeliharaan perkerasan beraspal pada setiap tahun selalu meningkat, padahal aspal selalu diimpor dan ketersediaan agregat juga semakin berkurang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka salah satu upaya untuk mengatasinya adalah dengan memanfaatkan produk limbah yang diperoleh dari aktivitas pemeliharaan perkerasan lentur, yaitu material daur ulang perkerasan beraspal *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh dua bahan peremaja yaitu: Residu anti Rayap dan Aspal pen 60/70 terhadap kinerja campuran beraspal panas yang menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP). Metodologi yang digunakan adalah eksperimental di laboratorium, yaitu dengan membandingkan antara kinerja campuran beraspal yang menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* ditambah peremaja dan yang tidak menggunakan peremaja, serta membandingkan pengaruh dua jenis peremaja terhadap kinerja setiap campuran beraspal panas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dalam campuran beraspal panas yang tanpa peremaja nilai stabilitas 2357,905 kg, hasil pengujian terhadap ketahanan deformasi dan kelelahan adalah 5,033 mm. Nilai *Marshall Quotient* adalah 555,742 kg/mm, untuk penambahan bahan peremaja aspal pen 60/70 sebesar 1,0% nilai stabilitas naik menjadi 2644,959 kg dan flow 6,067 mm, *Marshall Quotient* 442,411 kg/mm. Untuk penambahan bahan peremaja residu anti rayap + aspal 60/70 nilai terbaik diperoleh pada penambahan 1,0 + 1,0 dengan nilai stabilitas 1596,450 kg nilai flow 4,600 mm dan nilai *Marshall Quotient* 346,661 kg/mm terjadi penurunan nilai stabilitas namun masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga tahun 2010.

Kata Kunci : Residu anti rayap, Aspal 60/70, RAP, Stabilitas, VIM

ABSTRACT

The need for asphalt and aggregates for the construction and maintenance of asphalt pavement is increasing every year, even though asphalt is always imported and the availability of aggregates is also decreasing. To overcome these problems, one of the efforts to overcome them is by utilizing waste products obtained from flexible pavement maintenance activities, namely paved recycled material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). The purpose of this study was to evaluate the effect of two rejuvenating ingredients, namely: termite and Asphalt pen 60/70 residues on the performance of hot paved mixtures using Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). The methodology used was experimental in the laboratory, comparing the performance of asphalt mixtures using Reclaimed Asphalt Pavement plus rejuvenating and non-reinforcing use, and comparing the effects of two types of refractory to the performance of each hot asphalt mixture. The results of this study indicate that the use of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) in a mixture of non-rejuvenating hot asphalt stability values of 2357.905 kg, the test results on deformation and fatigue resistance is 5.033 mm. The Marshall Quotient value is 555,742 kg / mm, for the addition of 60/70 pen asphalt reinforcement by 1.0% stability value to 2644,959 kg and flow 6,067 mm, Marshall Quotient 442,411 kg / mm. For the addition of anti-termite residue material + 60/70 asphalt the best value obtained at the addition of 1.0 + 1.0 with stability value 1596.450 kg flow value 4,600 mm and Marshall Quotient value 346,661 kg / mm there is a decrease in stability but still meet the requirements of the Bina Marga specification in 2010.

Keywords : anti-termite residue, Asphalt 60/70, RAP, Stability, VIM.

PENDAHULUAN

Volume dan beban kendaraan cenderung terus bertambah sehingga diperlukan suatu inovasi dalam bidang pemeliharaan jalan guna mempertahankan atau menambah umur rencana jalan dalam melayani lalu lintas. Disadari atau tidak bahwa dibutuhkan infrastruktur yang kuat untuk menyehatkan ekonomi dan perkerasan jalan yang baik merupakan bagian yang sangat penting dari infrastruktur ini.

Jika dana mencukupi maka metode rehabilitasi jalan yang lebih efektif dan efisien harus didapatkan. Peningkatan jalan dengan cara penambahan lapis tambahan yang terus menerus akan menyebabkan tebal lapis perkerasan semakin tebal dan bahan yang diperlukan semakin menipis.

Limbah perkerasan jalan aspal, merupakan sumber daya yang berharga yang dapat dimanfaatkan kembali. Limbah ini semakin banyak didaur ulang tidak hanya yang ada di kota-kota dimana sulit untuk mendapatkan lokasi pembuangan tetapi juga di negara maju untuk konservasi lingkungan dan sumber daya.

Salah satu untuk memelihara dan merehabilitasi jalan-jalan yang rusak ialah dengan memberi satu lapis perkerasan baru (*overlay*) di atas perkerasan lama. Namun, cara ini memerlukan bahan jalan (agregat dan aspal) yang banyak sehingga perkerasan jalan lama menjadi tidak terpakai. Selain itu keterbatasan sumber daya alam dan pemanfaatan secara besar-besaran dapat merusak tata lingkungan, hingga membuat bahan alam semakin langka dan harganya terus meningkat.

Upaya yang dilakukan untuk menghemat sumber daya alam dan mengantisipasi keluarnya dana pemeliharaan jalan ialah dengan memanfaatkan kembali bahan-bahan lama dari perkerasan jalan lama yang sudah mengalami kegetasan akibat pemakaian jalan dalam waktu relatif lama dengan menambahkan aspal sehingga memenuhi persyaratan konstruksi, metode ini dikenal dengan Metode Daur Ulang (*Recycling*).

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan

penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Silvia Sukirman, 2003).

Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), konstruksi perkerasan lentur terdiri dari atas lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang dipadatkan. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya (Saodang, 2005).

Jenis kerusakan jalan yang terjadi di setiap perkerasan jalan pasti berbeda-beda, tergantung dari kondisi jalan tersebut yang dipengaruhi oleh lingkungan, cuaca, kondisi tanah dasar, dan lainnya. Christady (2007), menyebutkan jenis-jenis kerusakan perkerasan lentur (aspal), umumnya dapat diklasifikasikan sebagai deformasi, retak, kerusakan tekstur permukaan, kerusakan lubang, tambalan, dan persilangan jalan rel, dan kerusakan di pinggir perkerasan.

Reclaimed asphalt pavement (RAP) salah satu metoda untuk mengatasi atau meningkatkan struktur perkerasan jalan beraspal adalah metoda daur ulang. Penggunaan metode daur ulang untuk mengatasi permasalahan perbaikan jalan atau rekonstruksi jalan dapat menghemat penggunaan aspal dan agregat, serta tidak merusak geometri jalan akibat penambahan lapisan perkerasan yang terus menerus (Sumantri dkk, 2014). Penurunan sifat fisik RAP selama pada masa layanan dapat dimanfaatkan untuk bahan perkerasan jalan, dengan menambahkan RAP tersebut pada campuran beraspal baru (Novita, Subagio, dan Rahman, 2011).

Secara umum perkerasan daur ulang memanfaatkan kembali material (agregat dan aspal) perkerasan lama untuk dijadikan sebagai perkerasan baru yang ditambahkan agregat baru dan atau bahan peremaja. Untuk mencapai hasil yang memadai, aspal dan agregat lama perlu diperbaharui baik sifat-sifatnya maupun gradasinya (Novita, Subagio, dan Rahman 2011).

Aspal RAP secara signifikan telah mengalami penuaan pada saat diproduksi, pelayanan terhadap beban kendaraan, dan pengaruh lingkungan saat menjadi lapisan/struktur perkerasan. Hal ini dikarenakan reologi aspal telah teroksidasi dan mempunyai kelelahan, sehingga aspal pada RAP menjadi mengeras (O'Sullivan, 2011). Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) adalah alternatif pengganti material baru yang berguna karena dapat

mengurangi penggunaan agregat baru dan jumlah aspal baru yang dibutuhkan dalam memproduksi campuran aspal panas (Copeland, 2011).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Material utama yang dipakai pada penelitian ini adalah aspal daur ulang, bahan peremaja larutan anti rayap, dan aspal. Detail masing-masing bahan ini dijelaskan sebagai berikut.

Aspal Daur Ulang (RAP)

Aspal daur ulang yang dipakai pada penelitian ini diambil dari sisa bongkaran (*milled*) perkerasan yang sudah tua di Kelurahan Sungai Mempura Kecamatan Mempura Kabupaten Siak. Material ini ditumpuk di pinggir jalan di sekitar Kantor Bupati Siak, material dalam tumpukan sisa bongkaran ini merupakan material campuran beberapa jenis lapisan perkerasan (lapis aus, perekat, dan dasar). Diperlukan pemilihan secara visual untuk mendapat sisa aspal yang berasal dari satu jenis lapisan. Dalam penelitian ini, material yang dipilih berasal dari lapisan aus, di mana tumpukan sisa bongkaran ini lebih mudah diidentifikasi. Sekitar 100 kg aspal tua sisa bongkaran ini dimasukkan ke dalam karung, untuk kemudian dibawa ke laboratorium.

Bahan Peremaja Aspal PEN 60/70

Bahan peremaja aspal yang dipakai yaitu aspal murni yang belum pernah dipakai sebelumnya, dengan nilai penetrasi 60/70 produksi Esso. Pengujian propertis yang akan dilakukan yaitu pengujian berat jenis aspal padat SNI 06-2441-1991.

Bahan Peremaja Residu Anti Rayap

Bahan peremaja anti rayap yang dipakai sebagai bahan peremaja yaitu adalah berupa residu yang banyak dipakai sebagai pelapis anti rayap pada kayu, residu anti rayap ini diperoleh dari toko bahan bangunan yang sudah dikemas dalam bentuk kaleng berisi ± 8 kg. Pengujian FTIR propertis anti rayap untuk mengetahui komponen komponen yang terkandung dalam bahan tersebut yang dilaksanakan di laboratorium FMIPA Universitas Riau.

Metode Pelaksanaan

Sebelum dipakai sebagai material daur ulang, serangkaian pengujian karakteristik dilakukan untuk mengetahui kelayakannya, seperti kadar aspal melalui ekstraksi (SNI 03- 6894-2002), gradasi (SNI 03-1974-1990), dan berat jenis agregat (SNI 03 – 1970 –1990). Setelah diketahui karakteristiknya dan diyakini aspal RAP yang dipakai layak, material

aspal beton sisa bongkaran dibelah-belah sebelum masuk kedalam oven setelah itu dilakukan pemanasan material bongkaran dipanaskan pada suhu antara 110°C-120°C. Selagi material masih panas langsung dilakukan penguraian untuk mempermudah mendapatkan sampel-sampel dengan berat sekitar 1200 gram untuk satu sampel benda uji. Sampel benda uji dibutuhkan sebanyak 75 buah sesuai dengan yang direncanakan awal dengan variasi bahan peremaja. Material yang sudah ditimbang dimasukkan kedalam wadah kantong plastik transparan dan dikelompokan sesuai dengan jenis yang sama untuk satu kelompok terdiri dari 3 buah benda uji yang sama, dan ditulis pada kantong plastik tersebut persentase bahan peremaja yang akan ditambahkan.

Lingkup Penelitian

Penelitian ini meliputi persiapan dan pengujian bahan baku. Penelitian pendahuluan pengujian ekstraksi, pengujian analisa saringan sisa agregat hasil ekstraksi dan pengujian berat jenis agregat kasar dan halus. Membuat campuran beton aspal panas dengan Variasi penambahan bahan peremaja : 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0% terhadap bongkahan lapis beton aspal. Setelah itu dilakukan pengujian stabilitas dan kelelahan.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi penambahan bahan peremaja : 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0% terhadap bongkahan lapis beton aspal RAP. Sedangkan variabel terikat (parameter penelitian) terdiri dari stabilitas dan kelelahan meliputi kepadatan, porsen rongga dalam agregat, prosen rongga dalam campuran, prosen rongga terisi aspal, kelelahan, stabilitas dan *marshall quotient*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian ekstraksi menunjukkan bahwa agregat termasuk dalam gradasi agregat untuk lapis permukaan (Laston AC WC Gradasi Halus) dan didapat prosentase aspal terhadap campuran sebesar 6,05%. Dalam penelitian ini tidak menambah agregat tetapi hanya menambahkan bahan peremaja aspal yang terdiri dari : Residu anti rayap dan Aspal PEN 60/70 dengan variasi yaitu : 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0% dari berat campuran aspal RAP

Pengujian Ekstraksi Aspal RAP

Pengujian ekstraksi bertujuan untuk mengetahui kandungan aspal yang terdapat pada aspal RAP, untuk hasilnya dapat dilihat di Tabel 1.

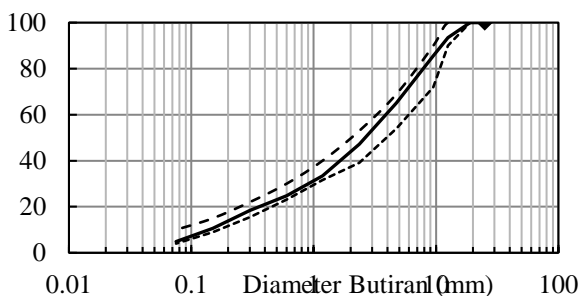
Tabel.1 Hasil Pengujian Ekstraksi Aspal RAP

No.	Peralatan dan bahan	Berat (gram)
1	Berat <i>bowl</i>	2352,3
2	Campuran beton aspal daur ulang	1716,0
3	Kertas filter	13,9
4	Berat sisa agregat setelah ekstraksi + <i>bowl</i> + kertas filter	3978,3
5	Berat agregat	1612,1
6	Kadar aspal dalam campuran (%)	6,05

Dari Tabel 1 hasil pengujian campuran aspal RAP sebelum ditambah bahan peremaja diperoleh kadar aspal 6,05 % dari berat total campuran aspal RAP. Dari hasil pengujian ekstraksi dengan kadar aspal 6,05 % ini menunjukkan kadar aspal yang cukup tinggi, diperkirakan termasuk jenis perkerasan lapis permukaan AC-WC, untuk menentukan jenis perkerasan aspal RAP yang sudah dilakukan pengujian ekstraksi maka dilakukan pengujian analisa saringan terhadap sisa agregat hasil ekstraksi.

Tabel 2. Analisa Saringan Agregat Sisa Ekstraksi

Diameter (mm)	Nomor	% Lolos	Spesifikasi
25,00	1"	100	100
19,00	¾"	100	100
12,50	½"	93,45	90 – 100
9,50	3/8"	85,50	72 – 90
4,75	# 4	65,09	54 – 69
2,36	# 8	47,21	39,1 – 53
1,18	# 16	33,36	31,6 – 40
0,60	# 30	24,84	23,1 – 30
0,30	# 50	18,38	15,5 – 22
0,15	# 100	10,67	9 – 15
0,075	# 200	4,88	4 – 10



Gambar 1. Analisa saringan sisa ekstraksi

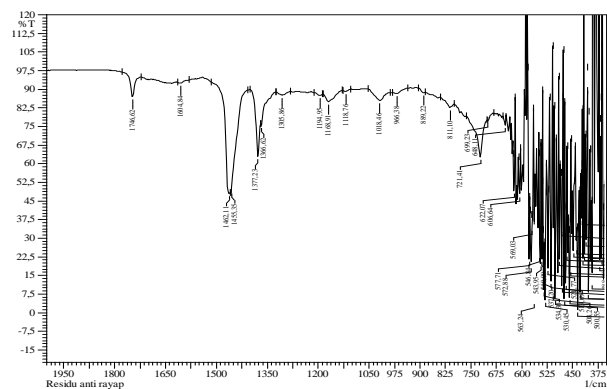
Dari Tabel 2 gradasi agregat sisa ekstraksi termasuk dalam kelompok spesifikasi AC - WC gradasi halus. Gradasi agregat tidak perlu lagi diadakan penambahan material baru, karena material agregat RAP yang lama masih memenuhi persyaratan untuk spesifikasi untuk jenis AC-WC gradasi halus. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus disajikan masing-masing di Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

BJ Bulk	2,620
BJ SSD	2,632
BJ Semu	2,651
Penyerapan	0,440

Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

BJ Bulk	2,510
BJ SSD	2,580
BJ Semu	2,690
Penyerapan	2,620

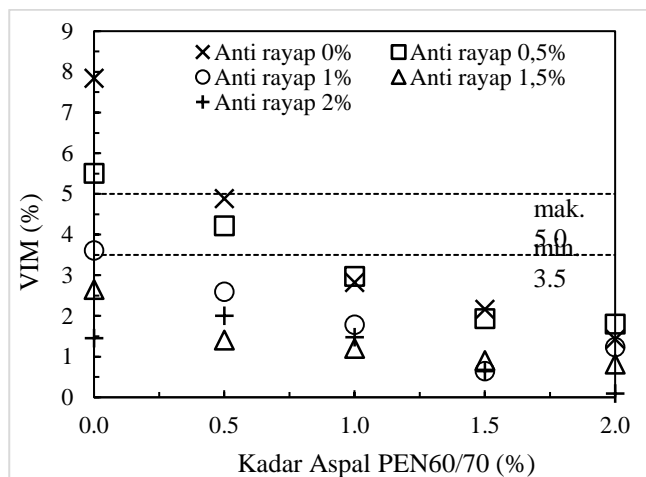


Gambar 2. Hasil Pengujian FTIR (Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red)

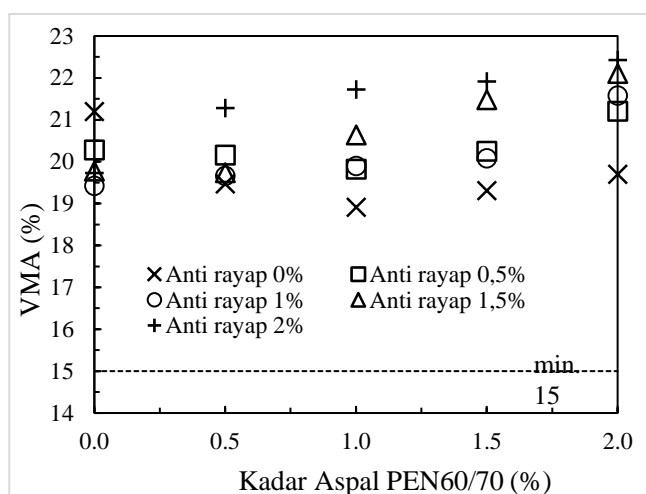
Dari hasil pengujian laboratorium untuk material Residu anti rayap terdapat senyawa Alkana yang merupakan bagian dari hidrokarbon yang merupakan unsur terbesar dari bitumen aspal.

Hasil pengujian benda uji *Marshall* RAP

Gambar 3 menunjukkan semakin bertambahnya kadar peremaja pada campuran, nilai VIM semakin rendah yang berarti rongga yang ada dalam campuran sedikit, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup, dimungkinkan aspal akan naik ke permukaan. Jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butiran semakin besar, sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang, beton aspal semakin awet.



Gambar 3. Kinerja VIM aspal RAP

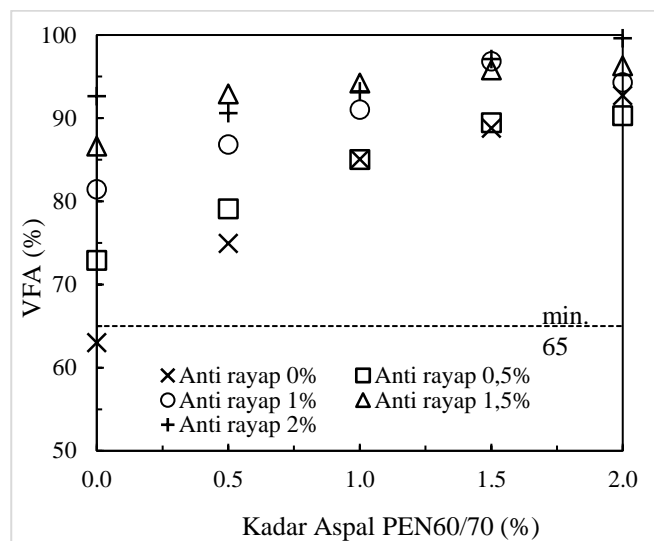


Gambar 4. Kinerja VMA aspal RAP

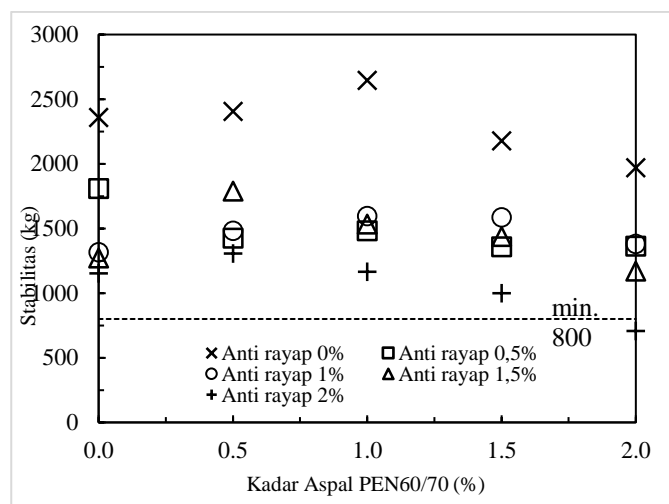
Dari Gambar 4 aspal RAP sebelum dilakukan penambahan peremaja anti rayap dan Aspal PEN 60/70 nilai VMA semuanya diatas 15 % sebagaimana disyaratkan Bina Marga 2010 yaitu minimal 15 %. Dengan adanya penambahan perememaja Anti Rayap dan Aspal PEN 60/70 nilai VMA semakin kecil, hal ini disebabkan oleh kandungan aspal yang ada pada campuran RAP berubah sifat dari kaku menjadi lebih elastis, sehingga campuran aspal RAP semakin Padat.

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian VFA aspal RAP yang tidak pakai peremaja nilai VFA = 62,998 % sedangkan Bina Marga 2010 mensyaratkan nilai VFA minimal 65,0 %, yang berarti tidak memenuhi persyaratan untuk lapis perkerasan AC-WC gradasi halus spesifikasi 2010. Dengan adanya pemakaian bahan peremaja anti rayap dan aspal PEN 60/70 mulai dari 0,5 % sampai 2 % dari berat total campuran dapat meningkatkan nilai VFA. Nilai VFA dengan penambahan bahan peremaja anti rayap atau aspal PEN 60/70 pada aspal RAP hasilnya semua

diatas 65 %, yang berarti aspal RAP memang butuh bahan peremaja untuk meningkatkan kinerja aspal RAP yang sudah tua tersebut.



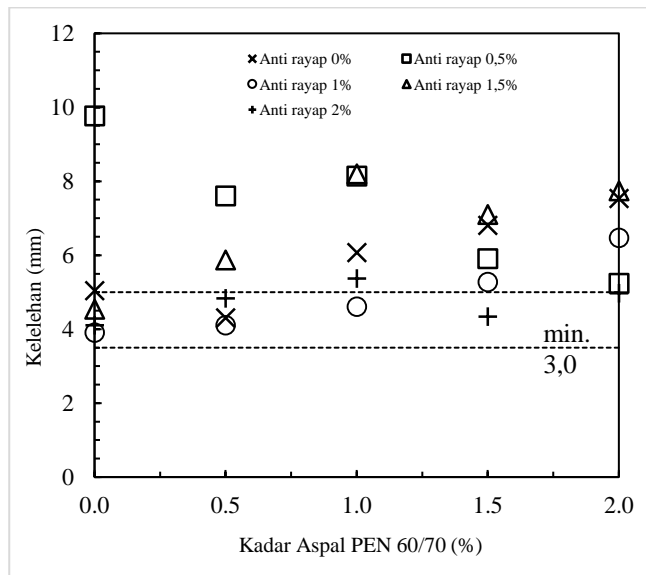
Gambar 5. Kinerja VFA aspal RAP



Gambar 6. Kinerja Stabilitas aspal RAP

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian Stabilitas aspal RAP yang tidak pakai peremaja nilai Stabilitas 2357,905kg sedangkan Bina Marga 2010 mensyaratkan nilai Stabilitas minimal 800 kg, yang berarti memenuhi persyaratan untuk lapis perkerasan AC-WC gradasi halus spesifikasi 2010. Dengan adanya pemakaian bahan peremaja aspal PEN 60/70 pada campuran aspal RAP sebesar 0,5% nilai stabilitas naik menjadi 2406,017kg. Dengan menambahkan 1,0 % aspal PEN 60/70 nilai stabilitas naik menjadi 2644,959kg, pada penambahan peremaja aspal PEN 60/70 sebesar 1,5 % nilai stabilitas justru menurun menjadi 2176,486 kg. Ini menandakan bahwa dengan menambahkan peremaja aspal PEN 60/70 akan dapat meningkatkan kinerja aspal RAP pada batas batas tertentu yaitu maksimal 1,0%

dari total campuran aspal RAP. Berbeda halnya dengan penambahan peremaja Anti Rayap yang ditambahkan sebanyak 0,5% dari berat campuran aspal RAP, nilai stabilitas semakin turun menjadi 1808,927 kg, semakin besar penambahan peremaja Anti Rayap nilai stabilitas semakin menurun. Ini menandakan bahwa peremaja Anti rayap tidak dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran aspal RAP.

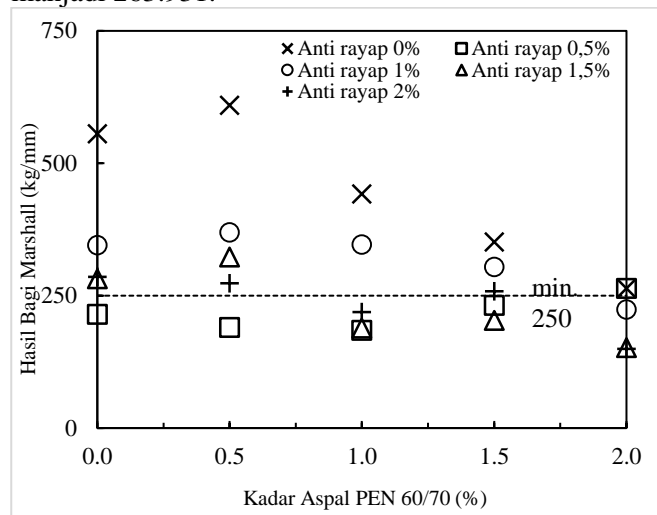


Gambar 7. Kinerja Flow aspal RAP

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian *Flow* aspal RAP yang tidak pakai peremaja nilai 5,033 sedangkan Bina Marga 2010 mensyaratkan nilai Stabilitas minimal 3,0 yang berarti memenuhi persyaratan untuk lapis perkerasan AC-WC gradasi halus spesifikasi 2010. Dengan adanya pemakaian bahan peremaja aspal PEN 60/70 pada campuran aspal RAP sebesar 0,5 % nilai stabilitas naik menjadi 4,300 Dengan menambahkan 1,0 % aspal PEN 60/70 nilai *flow* naik menjadi 6,067 pada penambahan peremaja aspal PEN 60/70 sebesar 1,5 % nilai naik menjadi 6,800 untuk penambahan 2 % nilainya semakin naik menjadi 7,533. Peremaja Anti Rayap yang ditambahkan pada campuran aspal RAP sebanyak 0,5 % nilai *flow* naik sangat jauh menjadi 9,767 pada penambahan 1,0 + 0,0 % nilai *flow* turun menjadi 3,900. Untuk penambahan campuran dari kedua peremaja dengan komposisi 0,5 + 0,5 % nilai *flow* naik lagi menjadi 7,600.

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian *Marshall Quotient* aspal RAP yang tidak pakai peremaja nilai 555,742 sedangkan Bina Marga 2010 mensyaratkan nilai *Marshall Quotient* minimal 250,0 yang berarti memenuhi persyaratan untuk lapis perkerasan AC-WC gradasi halus spesifikasi 2010. Dengan adanya pemakaian bahan peremaja aspal PEN 60/70 pada

campuran aspal RAP sebesar 0,5 % nilai *Marshall Quotient* naik menjadi 609,863, pada penambahan 1,0 % aspal PEN 60/70 nilai *Marshall Quotient* turun menjadi 442,411 pada penambahan peremaja aspal PEN 60/70 sebesar 1,5 % nilai *Marshall Quotient* semakin turun yaitu menjadi 351.454 untuk penambahan 2,0 % nilainya juga semakin turun menjadi 263.931.



Gambar 8. Kinerja MQ aspal RAP

Peremaja Anti Rayap yang ditambahkan pada campuran aspal RAP sebanyak 0,5 % + 0,0 nilai *Marshall Quotient* turun menjadi 214,965 pada penambahan 1,0 + 0,0 % nilai *Marshall Quotient* naik menjadi 345,503. Nilai terbesar untuk campuran dari kedua peremaja dengan komposisi 1,0 + 0,5 % nilai *Marshall Quotient* naik lagi menjadi 369,443, namun masih dibawah nilai *Marshall Quotient* aspal RAP yang tidak pakai peremaja.

Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7 berturut-turut menampilkan Karakteristik RAP tidak pakai peremaja, Karakteristik dengan penambahan peremaja Anti Rayap dan Karakteristik dengan penambahan peremaja aspal PEN 60/70. Sedangkan Tabel 8 menampilkan karakteristik dengan penambahan peremaja campuran.

Tabel 5. Karakteristik RAP tidak pakai peremaja

Anti Rayap (%)	Aspal PEN 60/70 (%)	Karakteristik	Hasil	Syarat
0,0	0,0	VIM	7,843	3 - 5
0,0	0,0	VMA	21,196	Min 15,00
0,0	0,0	VFA	62,998	Min 65,00
0,0	0,0	Stabilitas	2357,905	Min 800,00
0,0	0,0	Flow	5,033	Min 3,00
0,0	0,0	MQ	555,742	Min 250,00

Tabel 6. Karakteristik dengan penambahan peremaja Anti Rayap

Anti Rayap (%)	Aspal PEN 60/70 (%)	Karakteristik	Hasil	Syarat
1,0	0,0	VIM	3,608	3 - 5
0,5	0,0	VMA	20,280	Min 15,00
2,0	0,0	VFA	92,621	Min 65,00
0,5	0,0	Stabilitas	1808,927	Min 800,00
1,5	0,0	Flow	4,533	Min 3,00
1,0	0,0	MQ	345,503	Min 250,00

Tabel 7. Karakteristik dengan penambahan peremaja aspal PEN 60/70

Anti Rayap (%)	Aspal PEN 60/70 (%)	Karakteristik	Hasil	Syarat
0,0	0,5	VIM	4,83	3 - 5
0,0	2,0	VMA	19,694	Min 15,00
0,0	2,0	VFA	92,723	Min 65,00
0,0	1,0	Stabilitas	2644,959	Min 800,00
0,0	2,0	Flow	7,533	Min 3,00
0,0	0,5	MQ	609,863	Min 250,00

Tabel 8. Karakteristik dengan penambahan peremaja campuran

Anti Rayap (%)	Aspal PEN 60/70 (%)	Karakteristik	Hasil	Syarat
0,5	0,5	VIM	4,219	3 - 5
0,5	2,0	VMA	21,202	Min 15,00
0,5	2,0	VFA	90,295	Min 65,00
0,5	1,0	Stabilitas	1482,619	Min 800,00
0,5	1,0	Flow	8,133	Min 3,00
0,5	2,0	MQ	264,054	Min 250,00

KESIMPULAN

Setelah melakukan percobaan laboratorium dan menganalisa kinerja aspal *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) tanpa bahan peremaja, dengan bahan peremaja Anti Rayap dan Aspal PEN 60/70 dapat disimpulkan :

1. Penambahan bahan peremaja Anti Rayap pada Aspal RAP dapat meningkatkan kinerja seperti: VIM, VMA, VFA, Flow, *Marshall quotient* (MQ), kecuali untuk Stabilitas.
2. Penambahan bahan peremaja Aspal PEN 60/70 pada Aspal RAP dapat meningkatkan kinerja seperti : VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow, *Marshall quotient* (MQ).
3. Pengambahan peremaja Anti Rayap dengan Aspal PEN 60/70 pada Aspal RAP dapat meningkatkan kinerja seperti : VIM, VMA, VFA.
4. Peremaja Aspal PEN 60/70 kinerjanya lebih baik daripada peremaja Anti Rayap pada campuran Aspal RAP.

5. Penggunaan Aspal RAP pada perkerasan beraspal bisa sebagai alternatif cara penghematan pemakaian aspal baru dan biaya konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitbang, 2012, Recycling (Teknologi Daur Ulang Perkerasan Jalan), litbang.pu.go.id/recycling-teknologi-daur-ulang-perkerasan-jalan.
- Harahab, S., dkk., 2013. Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC-Wearing Course (AC-WC) Gradasi Kasar dengan Aspal Pen 60-70 dan Aspal Modifikasi Jenis TRS 55 (Studi Kasus Jalan Nasional Pandaan-Malang dan Jalan Nasional Pilang-Probolinggo). *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, Surabaya 15 Agustus 2013*, ISBN No. 978-979-96700-6-9.
- Herawati, N., 2012. Analisis Penentuan Komposisi Optimal Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Menggunakan Aspal Modifikasi (Studi Kasus Jalan Pilang – Probolinggo). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW) Surabaya*, 11 Juli 2012. ISSN 2301-6752, Material Bahan Bangunan dan Konstruksi, hal. F-1.
- Kasan, M., 2009, Studi Karakteristik Volumetrik Campuran Beton Aspal Daur Ulang, *Jurnal SMARTek*, Vol. 7, No. 3, Agustus 2009: 152 – 165. Materials 23, hal.1028-1034.
- Kementerian PU. Direktorat Jenderal Bina Marga. 2014. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2010 Revisi 3*. Jakarta : Ditjen Bina Marga.
- Kusmarini, E.P., dkk., 2012. Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan Aspal Pen 60 – 70 sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) (Studi Kasus Ruas Jalan Gemekan – Jombang dan Pandaan – Malang). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW) Surabaya*, 11 Juli 2012, ISSN 2301-6752.
- Shen, J., Amirkhanian, S., Aune, J.M., 2007. Effects Of Rejuvenatin Agents Of Superpave Mixtures Containing Reclaimed Asphalt Pavement. *Journal of Materials in Civil Engineering*. ASCE. May. 2007. Konstruksi, hal. F-5 – F-10.
- Lapisan Perkerasan Beton Aspal Tipe AC (Asphaltic Concrete). Tesis Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, 2013, Perkerasan Aspal Jalan Daur Ulang (Recycling), www.lpj.k.org/modules/article.php
- Mochtar, Indrasurya B., dkk, 2012, Optimalisasi Penggunaan Material Hasil Cold Milling Untuk Campuran Lapisan Base Course Dengan Metode Cement Treated Recycled Base, *Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1, (2012) 1-6*

- Nono.,2015. Pemanfaatan Material Daur Ulang (RAP) Perkerasan Beraspal untuk Campuran Beraspal Dingin Bergradasi Menerus dengan Aspal Cair”. *Jurnal Jalan-Jembatan*. 32. (3) :171-18
- Ortiz, O. R. Berardinelli, A., Carvajal-M., Fuentes, L.G. (2012). “Evaluation of Hot Mix Asphalt Mixtures with Replacement of Aggregates by Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Material”, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 53, hal. 379-388.
- O’Sullivan, K. A. 2011. Rejuvenation of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) in Hot Mix Asphalt Recycling with High RAP Content. Worcester: Worcester Polytechnic Institute.
- ParvPpez, Prateek, Srikanta, Yathiraj, Konnur, Dinesh, 2013. Study on the Effect of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) on the Mechanical Behaviour of Hot Mix Asphalt, India.
- Pradyumna, T Anil. Mittal, Abhishek, Jain, P.K., 2013. Characterization of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) for Use in Bituminous Road Construction, *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 104, hal. 1149-1157.
- Qiu, J., E. van de Ven Schlangen, and M. Shirazi. , 2013. Reintroducing The Intrinsic Self-Healing Properties In Reclaimed Asphalt by Rejuvenation. *Proceeding of the 4th International Conference on Self-Healing Materials*. Ghent: Ghent University.
- Rizkia, G., 2014. Kajian Studi Penggunaan RAP Dalam Campuran Laston AC-WC, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Sjahanulirwan dan Nono. 2015. Pengembangan Teknologi Aditif Campuran Beraspal Panas, Laporan penelitian. Bandung: Pusat penelitian dan pengembangan Jalan dan Jembatan.
- Sujiartono, A., 2014. Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC-Binder Course (AC-BC) dan AC-Base Course (AC-Base) dengan Menggunakan Aspal Modifikasi Asbuton (BNA-Blend) (Studi Kasus Jalan Nasional Pilang-Probolinggo). Tesis Pasca Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Sukirman, S., 2003. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova. Bandung.
- Suwantoro, 2010. Optimalisasi Penggunaan Material Hasil Cold Milling untuk Daur Ulang
- Wibowo, H.W., 2012. Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Material Campuran pada Asphaltic Concrete Tipe AC-BC dan AC-Base dengan Pen 60-70 (Studi Kasus Jalan Nasional Pandaan – Malang). Tesis Pasca Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Xiao, F., Amirkhanian, S.N., Shen, J., Putman, B. 2009. Influences of Crumb Rubber Size and Type on Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Mixtures, Construction and Building Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 2010, Perkerasan Aspal, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Xiao, F., Amirkhanian, Serji, J., Hsein, C. 2007. Rutting Resistance of Rubberized Asphalt Concrete Pavements Containing Reclaimed Asphalt Pavement Mixtures, *Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE*, June 2007, hal. 475-483.