Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety) ISSN 2338-4247 (Cetak)
Volume 7 No. 2 Desember 2020 : 46-54 ISSN 2721-7248 (Online)
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

Analisis Stabilitas dan Tingkat Kelelehan *Hotmix Recycled Asphalt*

Yogi Oktopianto[1], Matthew Rizky[2], Adinda Tiffany[3]
[1] Program Studi Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan,
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan
[2] Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta
[3] Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bakrie
E-mail: yogi.oktopianto@pktj.ac.id

Received 12 Oktober 2020; Reviewed 30 Oktober 2020; Accepted 9 November 2020
Journal Homepage: http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj
DOI: 10.46447/ktj.v7i2.288

Abstrak

Penanganan kerusakan jalan pada program pemelihara dan rehabilitasi dengan menggunakan metode *green roads* merupakan solusi untuk permasalahan sumber daya alam. Metode ini menggunakan cara *recycling* dari pembongkaran lapis perkerasan lama untuk dijadikan sebagai bahan campuran lapis perkerasan yang baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik campuran beton aspal panas sebagai hasil daur ulang dari perkerasan lama dan untuk menentukan kadar aspal optimum pada campuran beton aspal panas hasil daur ulang dari perkerasan lama. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan melakukan pengujian laboratorium terhadap benda uji. Variasi kadar aspal yang digunakan 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%. Stabilitas maksimal didapatkan 1747,90 kg dari variasi kadar aspal 6%. Hasil penelitian kinerja campuran beton aspal daur ulang (RAP) dan campuran standar menunjukkan bahwa Kepadatan, persentase rongga terhadap agregat (VMA), stabilitas, kelelehan, marshall quotient persentase, rongga terhadap campuran (VIM) dan Persentase rongga terisi aspal (VFB) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010, dengan Kadar Aspal Optimum yang didapatkan dari uji Marshall RAP dan campuran standar sebesar 5,9%.

Kata kunci: Daur ulang Aspal*, Reclaimed Asphalt Pavement,* Stabilitas, Kelelehan

PENDAHULUAN

Program pemeliharaan dan penggantian lapis aspal jalan tol bertujuan untuk memenuhi standar performa yang ditetapkan dalam Standar Pelayanan Minimal untuk keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan tol (Oktopianto & Hidayat, 2020). 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. Rehabilitasi dan pemeliharaan jalan memiliki beberapa persoalan mendasar misalnya adanya keterbatasan biaya pembangunan dan pemeliharaan. Ruas jalan Tol Ir. Wiyoto Wiyono menggunakan teknologi perkerasan lentur atau perkerasan beraspal, yaitu lebih dari 90% dari seluruh panjang jalan yang ada (Oktopianto & Fathullah, 2020). 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 (Kasan, 2007). 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).*

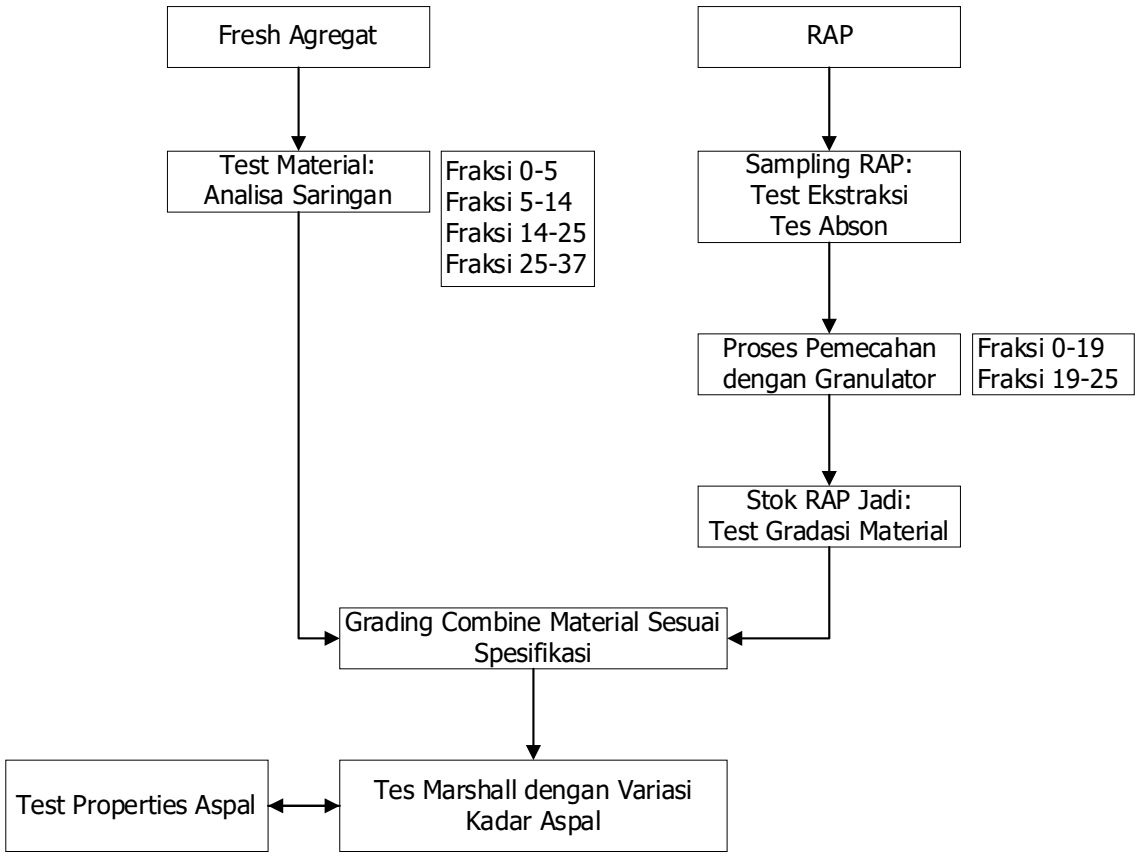
Penelitian tentang studi nilai stabilitas dan Marshall dari Campuran Beton Aspal yang didaur ulang telah dilakukan melalui beberapa tahap percoban dan skanario mendapatkan bahwa nilai kadar aspal optimum campuran beton aspal daur ulang cenderung menurun dengan bertambahnya kadar bahan peremaja yang digunakan (Kasan, 2007). Berbagai penelitian aspal daur ulang telah dilakukan untuk mengetahi sejauh mana karakteristik aspal beton hasil daur ulang dapat digunakan kembali sebagai lapis permukaan. Nilai karakteristik Marshall meliputi stabilitas, flow dan MQ yaitu variasi 1 (1221 kg, 4,7 mm, 263 kg/mm), variasi 2 (1346 kg, 4,2 mm, 320 kg/mm), variasi 3 (1361 kg, 3,7 mm, 373 kg/mm), variasi 4 (1434 kg, 3,4 mm, 417 kg/mm) dan variasi 5 (1533 kg, 3,2 mm, 479 kg/mm) (Haris, 2019). Namun pada penelitian (Susilowati & Kesuma, 2019) stabilitas marshall tidak mampu mencapai nilai minimum untuk lalu lintas berat, yaitu kadar aspal 7% hanya sebesar 711 kg.

Komposisi atau formula terbaik campuran aspal beton dengan menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) yaitu : Batu pecah 1-2 = 12%, Batu Pecah 0,5 – 1 = 28,37%, Abu batu = 18,56%, RAP = 43.14%, Aspal Minyak pen 60/70 = 5,91% dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,98% (Maryam H, 2018). Berdasarkan pengujian Marshall, jika semakin tinggi suhu pencampuran yang digunakan maka akan mempengaruhi nilai stabilitas dan *flow* yang akan semakin meningkat. Pada hasil pengujian *Marshall Quotient* jika suhu yang diberikan pada saat pencampuran semakin tinggi maka nilai MQ akan semakin rendah (Wibisono et al., 2018). Karakterisitik campuran RAP ideal yaitu nilai kepadatan = 2,25 gr/cc, nilai VIM = 3,91%, nilai VMA = 19,39%, nilai VFB = 79,,83%, nilai Rasio lolos no.200 dengan kadar aspal efektif = 1,18%, nilai stabilitas = 1233,79 kg, nilai *flow* = 3,17 mm, nilai indeks Kekuatan Sisa (IKS) = 91,86% , *nilai Percentage Refusal Density* (PRD) = 3,01 dan nilai *Cantabro* = 5,55% dan memenuhi batas spesifikasi 2010 revisi 3 untuk campuran laston AC – WC (Maryam H, 2018). Untuk mendapatkan campuran aspal dengan stabilitas yang baik maka unsur-unsur pembentuk campuran aspal harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Pada penelitian sebelumnya dilakukan pada ruas jalan nasional namun pada penelitian ini dilakukan di jalan tol *elevated* dengan metode *inplant.* Oleh karena itu penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana karakteristik aspal hasil daur ulang dapat digunakan kembali sebagai lapis permukaan pada jalan tol *elevated* Ir. Wiyoto Wiyono.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan melakukan pengujian laboratorium terhadap material aspal. Stok Material RAP mentah yang digunakan

berasal dari lokasi Tol milik PT. Citra Marga Nusaphala Persada,Tbk. Selanjutnya dilakukan observasi terhadap nilai-nilai karakteristik bahan di laboratorium unit AMP 1 Pulo Gadung PT. Jaya Konstruksi MP, Tbk.



Gambar. 1 Diagram Alur Pikir Penelitian

Kinerja *hotmix* ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi pengujian berat volume benda uji, pengujian nilai stabilitas, pengujian kelelehan *(flow),* perhitungan kuosien marshall, perhitungan berbagai jenis volume rongga dalam beton aspal padat (VIM, VMA dan VFA), perhitungan tebal selimut atau film aspal. Dari keenam butir pengujian yang umum dilakukan untuk menentukan kinerja beton aspal, hanya nilai stabilitas dan *flow* yang ditentukan dengan menggunakan alat marshall, sedangkan parameter lainnya ditentukan melalui penimbangan benda uji dan perhitungan. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji *(proving ring)* dan flowmeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan untuk pembuatan marshall berasal dari *hotbin*. Komposisi dari masing-masing agregat yang ada di *hotbin* disesuaikan dengan komposisi berdasarkan hasil kombinasi material. Adapun komposisi masing-masing agregat *hotbin* tiap benda uji sebagai berikut:

Dust : 1%
Hot bin K5 (0-6mm) : 20%
Hot bin K4 (6-10mm) : 20%

Hot bin K3 (10-17mm) : 28%
RAP (0-19mm) : 30%
Filler /Semen : 1%

Dari masing-masing agregat yang sudah di ambil dari *hotbin* kemudian ditimbang berdasarkan kebutuhan berat 1200g. Jadi dalam satu benda uji aspal yang dibutuhkan misalnya 5,5% (5,5% x 1200g = 66g), maka agregat yang dibutuhkan adalah 1.134g. Kebutuhan untuk masing-masing agregat tiap *hotbi*n yang ditimbang sebagai berikut:

Dust : 1% x 1.134 g = 11,34 gr
Hot bin K5 (0-6mm) : 20% x 1.134 g = 226,8 gr
Hot bin K4 (6-10mm) : 20% x 1.134 g = 226,8 gr
Hot bin K3 (10-17mm) : 28% x 1.134 g = 317,52 gr
RAP (0-19mm) : 30% x 1.134 g = 340,2 gr
Filler /Semen : 1% x 1.134 g = 11,34 gr

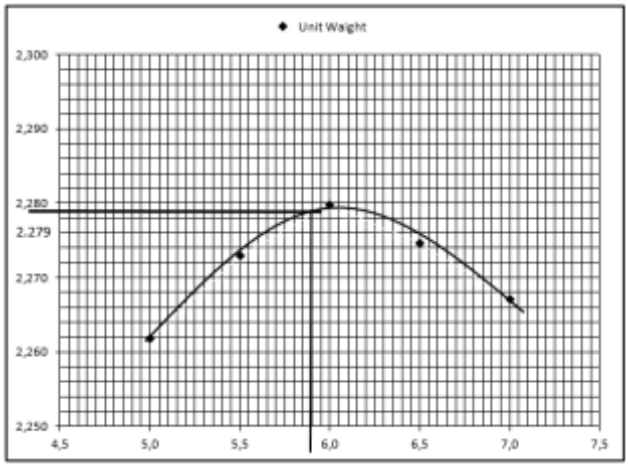
Selanjutnya, agregat *fresh* (Dust, Hot bin K5, Hot bin K4, Hot bin K3, dan Filler) yang masing-masing sudah ditimbang kemudian dicampur dan dipanaskan pada wajan pemanas hingga suhunya 170ºC. Sedangkan RAP dipanaskan terpisah hingga suhu 130ºC - 145ºC. Untuk Aspal yang digunakan dipanaskan dengan menggunakan alat pemanas (Teko dengan bahan *stainless stell* yang bahannya jika dipanaskan tidak bercampur dengan aspal) hingga mencapai suhu 150ºC. Pemanasan aspal harus dengan terus diaduk-aduk menggunakan spatula untuk menghindari pemanasan setempat. Proses penimbangan agregat, RAP, Pemanasan aspal, dan Pencampuran material dapat dilihat pada Gambar 2.

Gamabar .2 Pencampuran agregat dengan bitumen

Apabila masing-masing agregae dan aspal sudah dipanaskan selanjutnya dilakukan pencampuran dengan variasi kadar aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%. Tujuan dilakukan variasi kadar aspal ini adalah untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Setelah dilakukan pencampuran semua material di atas wajan pemanas, selanjutnya material dimasukkan pada alat pedestel dengan banyak tumbukan 75 kali. Jumlah tumbukan mengacu pada RSNI M-01-2003 tentang Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall. Maka setelah dilakukan tumbukan akan terbentuk benda uji marshall yang digunakan untuk mendapatkan hasil pengujian berupa Density laboratorium, Stabilitas, *Void Filled, VMA (Voi in Mix Aggregate), Flow, Marshall Question, PRD.*

Density Laboratorium

Nilai densitas laboratorium diperoleh dari berat isi atau massa jenis dari beberapa variasi benda uji aspal yang dibuat grafik. Adapun variasi tersebut untuk kadar aspal 5,0%; 5,5%; 6,0%; 6,5%; dan 7%. Selanjutnya dilakukan penimbangan benda uji marshall agar diperoleh data berat kering, berat dalam keadaan jenuh, berat dalam air. Data-data ini digunakan untuk menghitung isi. Kemudian berat isi dihitung dengan membagi berat kering dibagi dengan isi. Gambar. 3 Memperlihatkan grafik untuk menentukan densitas lapangan.



Gambar .3 Grafik Penentuan Densitas Laboratorium

Setelah dilakukan plot data untuk masing-masing variasi, selanjutnya ditarik garis vertikal melalu nilai kadar aspal 5,9. Jika sudah menyinggung garis lengkung, titik pertemuannya kemudian dibuat garis horizontal untuk mendapatkan nilai berat isi/ densitas dari kadar aspal optimum tersebut dan didapatkan nilainya adalah 2,279.

Stabilitas

Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat marshall. Selain itu pada umumnya alat marshall yang digunakan bersatuan Lbf *(pound force),* sehingga harus disesuaikan satuannya terhadap satuan kilogram. Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda uji.

Tabel .1 Hasil Pengujian Stabilitas

Variasi kadar Aspal	Absorpsi Asphalt Terhadap Total Agregat	Kadar aspal Efektif	Stabilitas
5		4,22	1419,26
5,5		4,72	1552,32
6	0,822	5,23	1747,90
6,5		5,73	1544,93
7		6,24	1426,66

Sumber : Hasil analisis, 2019

Gambar .4 Pengujian Nilai Stabilitas

Void Filled

Rongga udara dalam campuran (Va) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan Berat isi x GMM. Tabel .2 memperlihatkan rongga udara dalam campuran.

Tabel .2 memperlihatkan rongga udara dalam campuran.

Variasi Aspal	Berat Isi	GMM	VIM
5	4,22	2,402	5,598
5,5	4,72	2,390	4,660
6	5,23	2,384	4,017
6,5	5,73	2,376	3,911
7	6,24	2,363	3,886

Sumber : Hasil analisis, 2019

VMA (Void in Mix Aggregate)

Void Mineral Agregat atau rongga pada campuran agregat adalah rongga antar butiran agregat, terdiri dari rongga udara serta aspal effektif yang dinyatakan dalam prosentase volume total campuran. Bila rongga udara serta kadar aspal telah diketahui, maka hanya tingkat absorbs agregat yang belum terungkap. Dengan pertimbangan bahwa penilaian agregat sudah dilakuka pada tahap perencanaan, maka parameter VMA dapat dianggap tidak diperlukan lagi. Berdasarkan hasil pengujian stabilitas campuran dengan variasi kadar aspal diperoleh hasil seperti yang di tunjukkan pada Tabel .3

Tabel .3 Hasil Pengujian Rongga Udara dalam Agregate (VMA)

Variasi Aspal	Berat Jenis Maksimum	Bulk Specific Gravity	VMA
5	2,402		16,591
5,5	2,390		16,605
6	2,384	2,582	16,687
6,5	2,376		17,314
7	2,363		18,202

Sumber : Hasil analisis, 2019

Flow (Kelelehan)

Parameter *flow* diperlukan untuk mengetahui deformasi vertikal campuran saat dibebani hingga hancur (pada stabilitas maksimum). *Flow* akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal. Campuran berkadar aspal rendah lebih tahan terhadap deformasi jika ditempatkan di as jalan, sedangkan campuran berkadar aspal tinggi akan lebih kuat menahan deformasi jika ditempatkan di bagian tepi perkerasan (tanpa tahanan samping). Nilai kelelehan *(flow)* diperoleh dengan pembacaan langsung pada alat uji dengan pembacaan jarum dial pada saat Marshall Test.

Tabel .4 Hasil Pengujian *Flow*

Variasi Aspal	Flow
5	3,1
5,5	3,4
6	3,7
6,5	4,0
7	4,2

Sumber : Hasil analisis, 2019

Marshall Question (MQ)

Hasil Bagi Marshall *(Marshall Quotient)* merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelehan *(flow).* Semakin tinggi MQ, maka akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. Berikut ini persamaan untuk nilai MQ.

Tabel .5 Hasil Pengujian Rongga Udara dalam Agregat (VMA)

Stability	Flow	Marshall Question
1419,26	3,1	456,75
1552,32	3,4	450,47
1747,90	3,7	472,41
1544,93	4,0	382,53
1426,66	4,2	339,03

Sumber : Hasil analisis, 2019

Percentage Refusal Density (PRD)

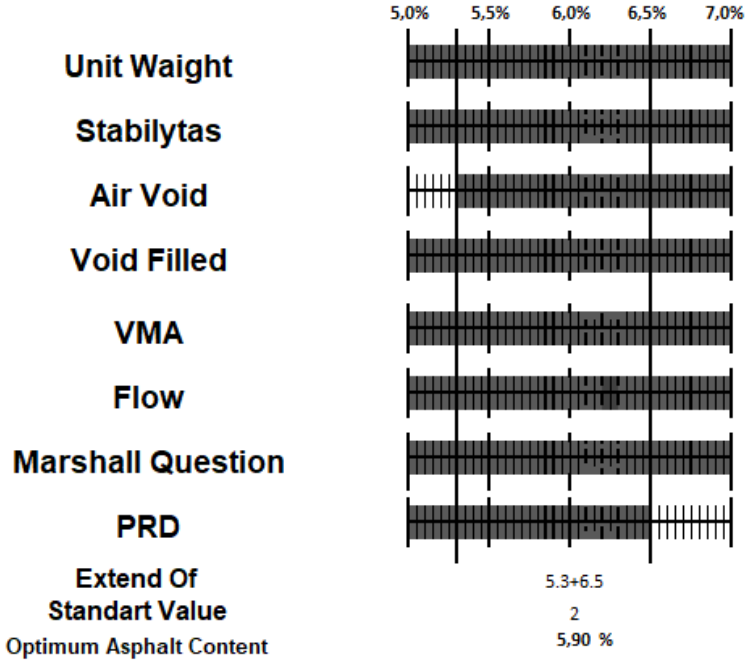
Derajat Kepadatan Mutlak *(Percentage Refusal Density/PRD)* adalah rasio antara kepadatan uji laboratorium terhadap kepadatan refusal dalam satuan persen. Kepadatan mutlak merupakan pendekatan terhadap kondisi lapangan setelah campuran beraspal dipadatkan secara sekunder oleh lalu lintas selama beberapa tahun umur rencana, tanpa mengalami perubahan bentuk plastis. Kadar aspal yang digunakan untuk kepadatan mutlak adalah 5,5; 6,0; dan 6,5.

Tabel .6 Nilai Percentage Refusal Density (PRD)

Variasi Aspal	Berat Isi	GMM	PRD
5,5	2,307	2,380	3,050
6	2,316	2,375	2,508
6,5	2,319	2,366	1,996

Sumber : Hasil analisis, 2019

Setelah masing-masing data dari parameter marshall ini diuji selanjutnya dilakukan *asphalt design* untuk mendapatkan Kandungan Aspal Optimum (KAO). Gambar .4 memperlihatkan irisan optimum dari masing-masing parameter sehingga diperoleh KAO yang akan digunakan adalah 5,9%.



Gambar. 5 Design *Asphalt Concrate* Menggunakan Metode Marshall

SIMPULAN

Stabilitas maksimal didapatkan 1747,90 kg dengan kelelehan 3,7 mm. Hasil penelitian kinerja campuran beton aspal daur ulang (RAP) dan campuran standar menunjukkan bahwa Kepadatan, persentase rongga terhadap agregat (VMA), stabilitas, kelelehan, marshall quotient Persentase, rongga terhadap campuran (VIM) dan Persentase rongga terisi aspal (VFB) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010, dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan dari uji Marshall RAP dan campuran standar sebesar 5,9%.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan proporsi maksimal antara RAP dan fresh material, dengan penggunaan bahan peremaja campuran lainya.

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, A. A. (n.d.). *KORELASI ANTARA TEMPERATUR PEMADATAN PADA CAMPURAN ASPAL BETON HASIL DAUR ULANG TERHADAP STABILITAS MARSHALL Correlation Between Compaction Temperature In Mixed Asphalt Concrete Recycling of Stability of Marshall*. *13*, 21–30.

Haris, H. (2019). Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman. *Jurnal Linears*, *2*(1), 33–47. https://doi.org/10.26618/j-linears.v2i1.3026

Kasan, M. (2007). Karakteristik Stabilitas dan Stabilitas Sisa Campuran Beton Aspal Daur Ulang. *Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu*.

Maryam H. (2018). *ANALISIS FORMULASI PEMANFAATAN MATERIAL DAUR*. *3*(1), 79–94.

Oktopianto, Y., & Fathullah, M. (2020). Analisis Formulasi Mutu Hotmix Konvensional Dan Hotmix Recycling Pada Jalan Tol Ir. Wiyoto Wiyono. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, *7*(1), 59–64. https://doi.org/10.46447/ktj.v7i1.76

Oktopianto, Y., & Hidayat, D. W. (2020). Reflectivity Analysis and Maintenance Program of Road Markings IR . WIYOTO WIYONO Toll Road. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, *12*(02), 3118–3122. https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12I2/S20201431

Susilowati, A., & Kesuma, A. (2019). Daur Ulang Reclaimed Asphalt Pavement Sebagai Bahan Utama Campuran Beton Aspal Emulsi Untuk Lapis Permukaan. *Jurnal Poli-Teknologi*, *18*(1), 13–18. https://doi.org/10.32722/pt.v18i1.1282

Wibisono, L., Haryono, L., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2018). *ANALISIS PROPERTIES MARSHALL DAN ITS PADA CAMPURAN RAP HANGAT*.

Wiyono, E. (2015). *Untuk Daur Ulang Campuran Beton Aspal*. *14*(1).