

Evaluasi Stabilitas Pada Campuran Beraspal Panas Daur Ulang Berbasis Aspal PG 70

Julian Situmorang, S.T.¹, Ir. Latif Budi Suparma, M.Sc., Ph.D.^{1*}, Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D.¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author : lbsuparma@ugm.ac.id

INTISARI

ODOL (*Over Dimension Over Load*) pada kendaraan dapat menyebabkan deformasi permanen, retak, dan kerusakan struktural perkerasan jalan. Disisi lain, masih terdapat keterbatasan dana preservasi jalan sehingga dibutuhkan konstruksi perkerasan yang efisien, baik teknis, biaya dan lingkungan. Campuran beraspal panas daur ulang dapat menjadi solusi dalam penanganan preservasi jalan karena akan mengurangi biaya material serta sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan. Diperlukan campuran yang tidak hanya ekonomis, tetapi juga memiliki kinerja tinggi untuk menahan beban kendaraan yang semakin berat. Campuran berbasis *Performance Grade* dapat menjadi pilihan yang tepat untuk meningkatkan ketahanan dan umur layan jalan karena sifat lebih tahan terhadap kondisi iklim ekstrem dan deformasi. Evaluasi pengaruh variasi RAP dengan aspal PG 70 dilaksanakan untuk mengevaluasi stabilitas dan stabilitas dinamis campuran beraspal panas daur ulang dengan menggunakan 4 variasi RAP, yaitu 0%, 20%, 30%, dan 40%. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Pengujian Marshall dan *Wheel Tracking Test*. Hasil pengujian Marshall campuran beraspal panas daur ulang dengan kadar 0%, 20%, 30%, dan 40% menghasilkan stabilitas secara berurutan adalah sebesar 1.478 kg, 1.711 kg, 1.795 kg, dan 2006 kg. Hasil stabilitas dinamis melalui pengujian *Wheel Tracking* adalah 3.316 lintasan/mm, 12.600 lintasan/mm, 15.750 lintasan/mm, 21.600 lintasan/mm secara berurutan untuk kadar RAP 0%, 20%, 30%, dan 40%.

Kata Kunci : Campuran Beraspal Panas Daur Ulang, *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP), Aspal PG 70, Stabilitas Dinamis, *Wheel Tracking Test*

1. PENDAHULUAN

Preservasi jalan dilakukan untuk memperpanjang umur layan, mencegah kerusakan yang lebih parah, dan menjaga kualitas serta kenyamanan bagi pengguna jalan. Tantangan preservasi saat ini adalah adanya kendaraan ODOL (*Over Dimension Over Load*) yang akan memberikan tingkat kerusakan yang tinggi bagi struktur perkerasan jalan. Terdapat beberapa jenis aspal yang dapat digunakan pada preservasi jalan, salah satunya adalah campuran aspal yang menggunakan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). RAP merupakan material aspal bekas jalan yang telah dikupas dari permukaan jalan yang telah rusak atau aus.

Dengan keterbatasan dana preservasi, penggunaan RAP dalam campuran aspal telah menjadi salah satu solusi yang menjanjikan. Dengan memanfaatkan RAP, biaya material baru dapat dikurangi secara signifikan, sehingga membantu mengoptimalkan anggaran preservasi jalan. Selain itu, penggunaan RAP juga sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) karena mengurangi limbah konstruksi dan penggunaan sumber daya alam baru.

Peningkatan umur layan jalan juga menjadi prioritas dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek jalan. Umur layan yang lebih panjang tidak hanya mengurangi frekuensi pemeliharaan tetapi juga menurunkan biaya *lifecycle* jalan. Penggunaan RAP dalam campuran aspal PG diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan durabilitas dan ketahanan jalan terhadap beban dan kondisi lingkungan. Namun, kadar RAP yang optimal dalam campuran aspal PG masih perlu diteliti lebih lanjut untuk memastikan bahwa campuran tersebut memenuhi kriteria kinerja yang diharapkan.

Selama masa umur layan, perkerasan mengalami pembebanan berulang akibat lalu lintas kendaraan. Terdapat beberapa macam jenis kerusakan pada perkerasan khususnya perkerasan aspal, diantaranya keretakan akibat *fatigue*, deformasi atau *rutting* dan kerusakan akibat air (*moisture damage*). Diperlukan penelitian lebih lanjut terkait respons perkerasan beraspal terhadap kerusakan tersebut di atas. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan aspal PG 70 pada campuran beraspal panas daur ulang terhadap kemampuan perkerasan menahan kerusakan akibat deformasi permanen atau *rutting*.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan Penelitian

Bahan / material yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari beberapa lokasi, antara lain :

- a) Material RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) Jalan Nasional Semarang – Kendal – Weleri
- b) Agregat kasar dari Ex Kalikhuto Batang, Jawa Tengah
- c) Agregat halus dan Abu Batu dari Ex Kalikhuto Batang, Jawa Tengah
- d) Aspal B-FLEX PG 70 dari PT. Buntara Megah Inti
- e) Air suling yang tersedia di Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah

2.2. Pengujian Campuran Aspal

Pengujian yang dilakukan terhadap benda uji kombinasi campuran bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas dan stabilitas dinamis dari campuran beraspal panas daur ulang. Pengujian terdiri atas pengujian Marshall, stabilitas Marshall sisa, dan *wheel tracking test*.

a) Pengujian Marshall

Pengujian Marshall adalah salah satu metode paling umum untuk mengevaluasi kinerja campuran aspal panas (*Hot Mix Asphalt/HMA*). Tujuannya adalah untuk menentukan stabilitas, kelelahan (*flow*), dan kepadatan optimum dari campuran.

b) *Wheel Tracking Test*

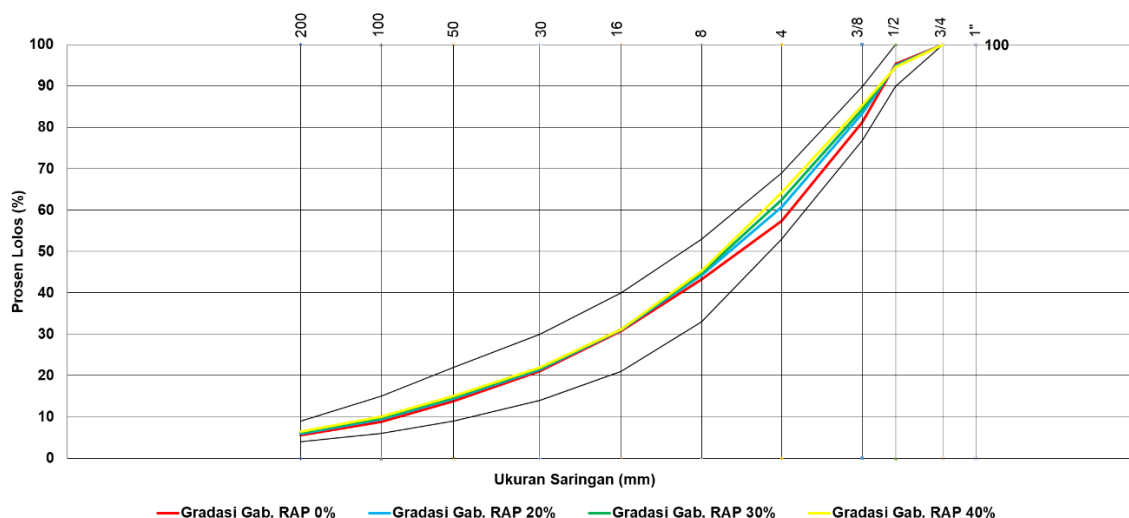
Wheel tracking test berfungsi untuk menilai ketahanan campuran aspal terhadap deformasi permanen (*rutting*) akibat beban berulang yang mewakili lalu lintas kendaraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gradasi Campuran Aspal

Kombinasi agregat harus memenuhi syarat gradasi sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Material yang digunakan harus sesuai dengan persentase setiap variasi kadar RAP (0%, 20%, 30%, dan 40%) dan terdiri atas aspal PG 70, agregat kasar (3/4"), agregat kasar (1/2"), agregat halus (Abu Batu), agregat kasar RAP dan agregat halus RAP.

Agregat kasar dan halus RAP diuji dengan menggunakan ekstraksi dan analisa saringan untuk mengetahui gradasi fraksinya. Selanjutnya, dilakukan penyusunan variasi komposisi campuran beraspal panas daur ulang dengan kadar RAP 0%, 20%, 30%, dan 40%. Gambar 1 menunjukkan grafik gradasi agregat masing-masing variasi kadar RAP yang diteliti.



Gambar 1 Gradasi campuran beraspal panas daur ulang

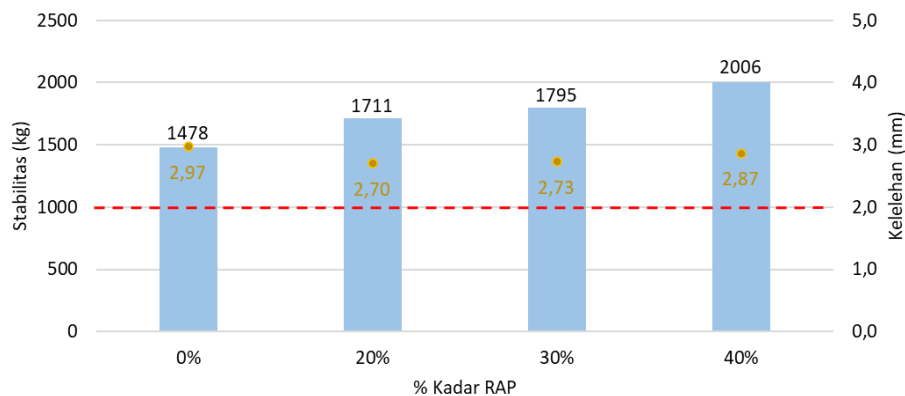
3.2 Perkiraan Kadar Aspal dan Hasil Penetrasi Campuran Aspal

Penentuan kadar aspal pada campuran dilakukan dengan perhitungan teoritis (P_b). Setelah itu, dilakukan kombinasi antara agregat baru dengan RAP dengan memperhitungkan kadar aspal yang terkandung di dalam RAP. Selisih dari kebutuhan kadar aspal total dengan kadar aspal yang terkandung di dalam RAP akan ditambah dengan menggunakan aspal PG 70.

Evaluasi kinerja stabilitas campuran beraspal panas daur ulang dilakukan dengan pengujian Marshall. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian dan perhitungan karakteristik campuran beraspal untuk masing-masing variasi kadar RAP.

Hasil pengujian menunjukkan nilai Stabilitas Marshall nilai terkecil berada pada campuran beraspal dengan 0% kadar RAP sebesar 1.478 kg dan yang terbesar adalah 40% kadar RAP sebesar 2.006 kg. Sesuai Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2, Lapis Aus Modifikasi mempunyai persyaratan minimum 1.000 kg sehingga semua variasi kadar RAP memenuhi kriteria campuran beraspal panas.

Bertambahnya kadar RAP dalam campuran beraspal akan meningkatkan nilai Stabilitas Marshall, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin bertambahnya RAP, maka ketahanan terhadap deformasi plastis akan semakin meningkat.

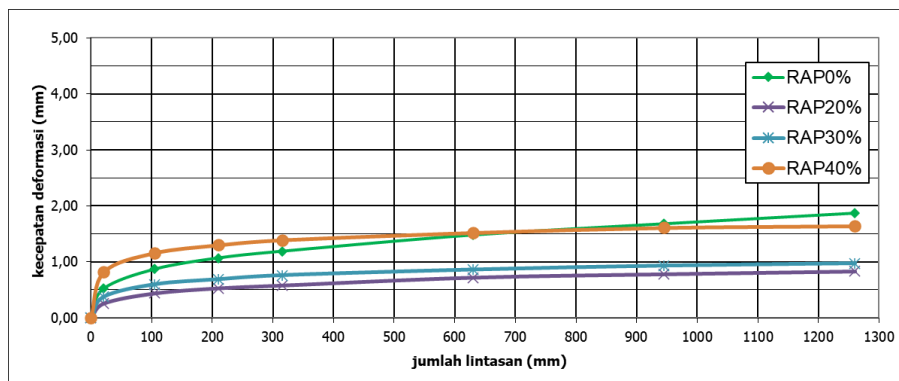


Gambar 2 Diagram stabilitas Marshall campuran beraspal panas daur ulang

Nilai *flow* (pelelehan) semua campuran memenuhi kriteria Spesifikasi Teknis Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan nilai terkecil didapat dari campuran dengan kadar RAP 30% (nilai 2,7 mm) dan nilai terbesar pada campuran yang tidak menggunakan RAP (nilai 3 mm).

3.3 Hasil Wheel Tracking Test

Wheel tracking test berfungsi untuk mengevaluasi resistensi campuran AC WC terhadap deformasi permanen seperti *rutting*. Resistensi terhadap *rutting* ditunjukkan dengan nilai stabilitas dinamis. Semakin besar nilai stabilitas dinamis, maka campuran beraspal akan lebih tahan terhadap *rutting* atau deformasi permanen. Grafik korelasi antara jumlah lintasan dengan kecepatan deformasi ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Grafik korelasi jumlah lintasan vs kecepatan deformasi

Tabel 1 Hasil pengujian Marshall campuran beraspal panas daur ulang

Variasi	No.	Kadar Aspal			Kepadatan	GMM	VMA	VIM	VFB	Stabilitas			Kelelehan	Hasil Bagi Marshall
		RAP	PG 70	Total						Pembacaan	Prov. Ring x l	Koreksi		
	Satuan	%	%	%	gr/cc		%	%	%			kg	mm	kg/mm
0%	1	0,0	5,7	5,7	2,280	2,377	18,45	4,09	77,81	120	1395	1521	2,4	634
	2	0,0	5,7	5,7	2,288	2,377	18,17	3,76	79,31	115	1337	1457	3,3	448
	3	0,0	5,7	5,7	2,296	2,377	17,90	3,44	80,77	115	1337	1457	3,3	448
Rata-Rata		0,0	5,7	5,7	2,288	2,377	18,17	3,77	79,29	117	1356	1478	3,0	510
20%	1	1,1	4,7	5,8	2,264	2,390	19,12	5,27	72,44	135	1569	1711	2,8	611
	2	1,1	4,7	5,8	2,266	2,390	19,03	5,17	72,85	135	1569	1711	2,5	684
	3	1,1	4,7	5,8	2,281	2,390	18,50	4,54	75,46	135	1569	1711	2,8	611
Rata-Rata		1,1	4,7	5,8	2,270	2,390	18,88	4,99	73,58	135	1569	1711	2,7	635
30%	1	1,7	4,1	5,8	2,264	2,383	19,10	4,98	73,95	140	1628	1774	2,8	634
	2	1,7	4,1	5,8	2,278	2,383	18,62	4,41	76,31	145	1686	1837	2,7	680
	3	1,7	4,1	5,8	2,274	2,383	18,76	4,58	75,60	140	1628	1774	2,7	657
Rata-Rata		1,7	4,1	5,8	2,272	2,383	18,83	4,66	75,28	142	1647	1795	2,7	657
40%	1	2,2	3,6	5,8	2,288	2,400	18,26	4,68	74,38	160	1860	2027	2,9	699
	2	2,2	3,6	5,8	2,284	2,400	18,38	4,82	73,77	155	1802	1964	2,8	701
	3	2,2	3,6	5,8	2,301	2,400	17,78	4,11	76,86	160	1860	2027	2,9	699
Rata-Rata		2,2	3,6	5,8	2,291	2,400	18,14	4,54	75,00	158	1841	2006	2,9	700

Keterangan :

Kepadatan = Kadar aspal total / rongga terhadap agregat

GMM = *Theoretical Maximum Specific Gravity* atau berat jenis maksimum (teoritis)

VMA

VIM

VFB

= *Voids in Mineral Aggregate* atau rongga terhadap agregat= *Voids in the Mix* atau rongga terhadap campuran= *Voids Filled with Asphalt* atau rongga terisi aspal

Kecepatan deformasi akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah lintasan. Jika kecepatan deformasi meningkat secara signifikan setelah sejumlah lintasan tertentu, terdapat indikasi bahwa campuran aspal mulai mengalami deformasi yang berlebihan dan tidak stabil. Gambar 6 menunjukkan pola kecepatan deformasi masing-masing kombinasi campuran. Pada penggunaan 0% kadar RAP kecepatan deformasi cenderung meningkat secara perlahan hingga jumlah lintasan yang tinggi, sementara pada campuran beraspal dengan kadar RAP 40%, perubahan kecepatan deformasi terbesar terjadi pada 200 lintasan pertama dan selanjutnya perubahan kecepatan deformasi tidak signifikan. Hasil perhitungan Stabilitas Dinamis terhadap 4 variasi kadar RAP dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil *Wheel Tracking Test*

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian <i>Wheel Tracking</i> Modifikasi		Spesifikasi	Metode Pengujian
		Stabilitas Dinamis [DS] (lintasan/mm)	Kecepatan Deformasi [RD] (mm/menit)		
1	0% RAP	3315,79	0,0127	Min 2500	JRA - 2005
2	20% RAP	12600,00	0,0033		
3	30% RAP	15750,00	0,0027		
4	40% RAP	21000,00	0,0020		

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai stabilitas dinamis setiap campuran kombinasi campuran beraspal panas modifikasi melebihi spesifikasi yang ditetapkan yaitu >2500. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa dengan semakin bertambahnya kadar RAP, maka stabilitas dinamis campuran beraspal panas akan semakin meningkat. Terdapat peningkatan stabilitas dinamis sebesar 280% untuk penambahan 20% RAP dari 0% RAP. Sedangkan penambahan setiap 10% berikutnya menambah stabilitas dinamis sebesar 25% dan 33,3%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian Pengaruh Variasi Kadar RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) terhadap Karakteristik Kinerja Campuran Beraspal Panas Berbasis Aspal PG 70, didapatkan kesimpulan berikut.

- Hasil pengujian stabilitas Marshall dari variasi campuran aspal RAP 0%, 20%, 30%, dan 40% masing-masing memiliki hasil 1.478 kg, 1.711 kg, 1.795 kg, dan 2.006 kg. Berdasarkan spesifikasi umum 2018, nilai minimum stabilitas Marshall sebesar 1.000 kg dan semua variasi campuran aspal memenuhi spesifikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa semua sampel pengujian memiliki karakteristik mampu menahan deformasi plastis dengan cukup baik.
- Hasil pengujian dari variasi campuran aspal RAP 0%, 20%, 30%, dan 40% masing-masing memiliki nilai stabilitas dinamis *wheel tracking test* 3.316 lintasan/mm, 12.600 lintasan/mm, 15.750 lintasan/mm, dan 21.000 lintasan/mm. Berdasarkan spesifikasi, nilai minimum sebesar 2.500 lintasan/mm dan semua variasi campuran aspal memenuhi spesifikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa pada semua variasi kadar aspal tahan terhadap kerusakan *rutting*.

REFERENSI

- Abedali, Abdulhaq Hadi., 2014. *MS-2 Asphalt Mix Design Methods*. Baghdad: Asphalt Institute
- Sudarsanan, Nithin., Kim, Youngsoo Richard., 2022. *A Critical Review of The Fatigue Life Prediction of Asphalt Mixtures and Pavements*. Raleigh: North Carolina State University
- Willis, Xavier Planas., 2016. *Analysis of The Use of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) in Europe*. Milan: Politecnico Di Milano
- Nono., 2015. Pemanfaatan Material Daur Ulang (RAP) Perkerasan Beraspal untuk Campuran Beraspal Dingin Bergradasi Menerus dengan Aspal Cair. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
- Nikolaides, A., 2015. *Highway Engineering: Pavements, Materials and Control of Quality*. Boca Raton: CRC Press-Taylor & Francis Group