

PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT* (RAP) SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN BERASPAL BARU AC-BC (*ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE*)

Muhammad Rizal Permadi, Retno Handayani Prastyaningrum, Bagus Hario Setiadji^{*)},
Supriyono^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Proses pembangunan jalan di Indonesia sebagian besar masih menggunakan cara konvensional, yaitu menggunakan agregat dan aspal dalam jumlah yang besar, hal tersebut jika dilakukan terus menerus dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu teknologi daur ulang aspal adalah penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) yaitu material bekas *hot mix* hasil dari penggalian *cold milling*. Penelitian ini dilakukan untuk membuat campuran beraspal AC-BC menggunakan RAP dari perkerasan dengan kerusakan *bleeding* dan *cracking*. Prosentase RAP yang digunakan adalah sebesar 23%, 27%, dan 31%. Prosentase RAP 23% dengan KAO 6,19% untuk jenis *bleeding* dihasilkan berat jenis *bulk* sebesar 2,358; VMA sebesar 16,484%; VFA sebesar 73,772%; VIM sebesar 4,933%; stabilitas sebesar 982,04 kg; *flow* sebesar 2,895 mm; MQ sebesar 332,779 kg/mm; dan tebal film aspal sebesar 9,75 μm . Prosentase RAP sebesar 23% dengan KAO 6,25% untuk jenis *cracking* dihasilkan berat jenis *bulk* sebesar 2,403; VMA sebesar 15,812%; VFA sebesar 77,385%; VIM sebesar 4,174%; stabilitas sebesar 992,082 kg; *flow* sebesar 2,88 mm; MQ sebesar 338,652 kg/mm; dan tebal film aspal sebesar 9,92 μm . Berdasarkan penelitian campuran dengan prosentase 23% cenderung lebih stabil pada kondisi yang sama ditunjukkan oleh nilai stabilitas yang cukup besar dan *flow* yang tidak terlalu rendah.

kata kunci : *Reclaimed Asphalt Pavement*, AC-Binder Course, karakteristik Marshall

ABSTRACT

The roads construction process in Indonesia mostly used conventional method, it used a lot of aggregates and asphalt in large numbers. If it's done continuously will cause some environmental problems. One of the technology that applied asphalt recycling is Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). Reclaimed Asphalt Pavement is a used material from hot mix cold milling process. This study has been done in order to make AC-BC mix used RAP from damaged pavement (cracking and bleeding). The percentages used of RAP were 23%, 27% and 31%. 23% RAP with 6,19% of optimum asphalt content (bleeding type) produced Gmb 2,358; VMA 16,484%; VFA 73,772%; VIM 4,933%; stability 982,04 kg; flow 2,895 mm; MQ 332,779 kg/mm; and film thickness 9,75 μm . 23% RAP with 6,25% of

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

optimum asphalt content (cracking type) Gmb 2,403; VMA 15,812%; VFA 77,385%; VIM 4,174%; stability 992,082 kg; flow 2,88 mm; MQ 338,652 kg/mm; and film asphalt thickness 9,92 μ m. Based on the research that'd been done mixture with 23% of RAP is more stable than 27% and 31% in the same condition it can be seen from the stability value which is greater enough and the flow that lower enough.

keywords: *Reclaimed Asphalt Pavement, AC-Binder Course, Marshall characteristics*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, setiap tahun pemerintah melakukan pembangunan jalan maupun perbaikan jalan untuk fungsi pelayanan umum maupun untuk fungsi ekonomi. Penggunaan material seperti agregat dapat merusak lingkungan jika dilakukan secara kontinyu. Selain itu, pembuatan perkerasan jalan juga menggunakan material aspal di mana aspal merupakan hasil penyulingan minyak bumi yang jika digunakan secara terus menerus dapat menimbulkan kelangkaan sumber daya karena minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Teknologi daur ulang aspal atau *asphalt recycling* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah lingkungan dalam bidang transportasi.

Pemanfaatan aspal daur ulang pada umumnya digunakan untuk mengurangi penggunaan agregat baru. *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) adalah material bekas *hotmix* hasil dari penggalan *cold milling*. Jenis kerusakan perkerasan ada berbagai macam. Pada penelitian ini RAP yang digunakan berasal dari kerusakan jenis *bleeding* (kegemukan) dan *cracking* (retak). Kerusakan jenis *bleeding* disebabkan karena kadar aspal yang berlebihan dan tidak ada lagi rongga udara di dalam campuran sehingga aspal mendesak keluar permukaan. Kerusakan jenis *cracking* disebabkan karena kadar aspal yang terlalu sedikit sehingga ikatan antar agregatnya mudah lepas akibat repetisi beban lalu lintas.. Pemahaman tentang berapa banyak prosentase RAP yang digunakan dalam suatu campuran pada umumnya diperoleh dari uji eksperimental di laboratorium, dari pengujian tersebut akan dihasilkan prosentase RAP, agregat baru, dan kadar aspal baru yang akan digunakan dalam pembuatan campuran aspal baru, dengan penelitian ini, diharapkan dapat diketahui persentase RAP dan material baru (aspal dan agregat) untuk pembuatan campuran beraspal baru dengan material RAP yang berasal dari hasil *milling* campuran beraspal lama yang mengalami kerusakan *bleeding*.

Tujuan penelitian ini adalah:

- Mengetahui persentase material RAP dari kerusakan jenis *bleeding* dan *cracking* yang dapat ditambahkan dalam campuran beraspal yang baru.
- Mengetahui kadar aspal campuran bersapal AC-BC dengan tambahan material RAP dari kerusakan jenis *bleeding* dan *cracking*.
- Mengetahui prosentase agregat baru yang harus ditambahkan dalam campuran beraspal dengan tambahan material RAP dari kerusakan jenis *bleeding* dan *cracking*.
- Mengetahui karakteristik campuran beraspal yang mengandung material RAP dari kerusakan jenis *bleeding* dan *cracking*.

TINJAUAN PUSTAKA

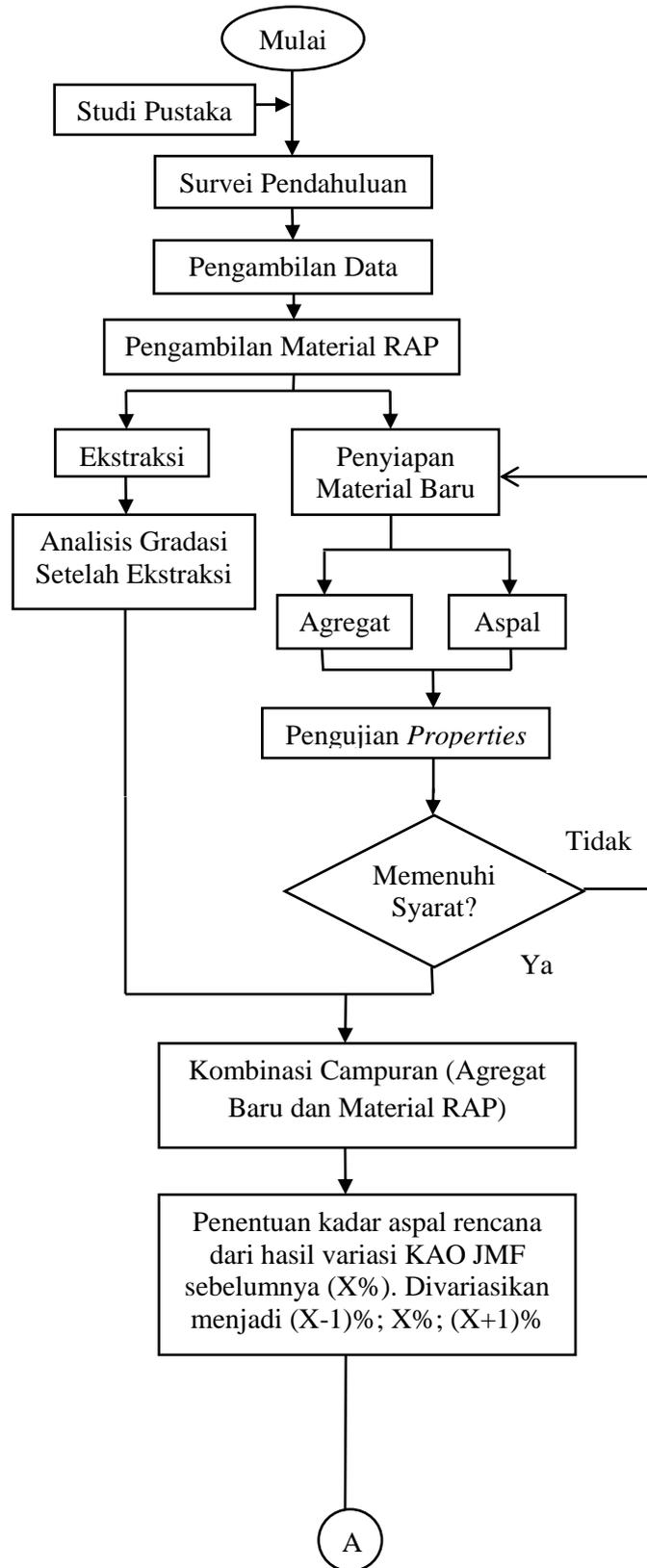
Lapis Aspal Beton (*Laston*) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (SNI-03-1737-1989). AC-BC merupakan lapis permukaan aspal beton yang terletak di bawah lapis aus dan di atas lapis pondasi sehingga biasa disebut dengan lapis antara. *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) adalah perkerasan jalan yang telah rusak akut yang kemudian digali dan dihancurkan menjadi semacam agregat. (Sunarjono, dkk., 2012).

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). Metode Ekstraksi Refluks adalah salah satu jenis metode ekstraksi. Jenis kerusakan 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. Di dalam penelitian ini, pemisahan material RAP dan aspal yang terkandung di dalamnya menggunakan *reflux extractor*. Metode ekstraksi refluks adalah metode ekstraksi menggunakan pendingin yang akan mengubah uap pelarut menjadi cairan, dan akan melarutkan aspal pada benda uji (RSNI M-05-2004). Kinerja campuran aspal panas sangat bergantung pada karakteristik volumetrik dan karakteristik Marshall, yang terdiri dari parameter-parameter : stabilitas, kepadatan, rongga di dalam agregat mineral (*voids in the mineral aggregate/ VMA*), rongga di dalam campuran (*voids in the mix/ VIM*), rongga terisi dengan aspal (*voids filled with asphalt/ VFA*), keluluhan (*flow*), dan Marshall *Quotient* (MQ). (Hardiyatmo, 2011).

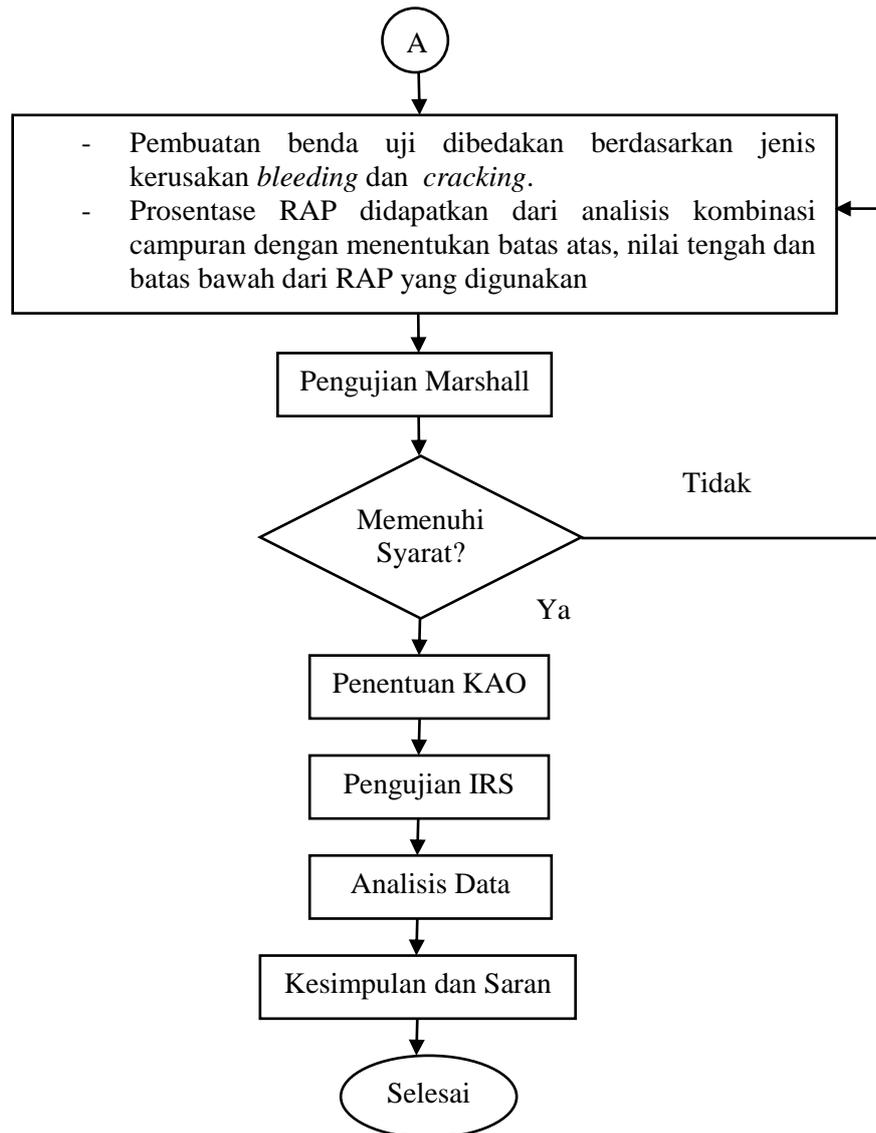
Berat jenis bulk (*bulk specific gravity*) adalah berat per satuan volume campuran. (Hardiyatmo, 2011). Rongga udara di dalam campuran aspal dipadatkan adalah rasio antara volume udara terhadap volume *bulk* campuran dipadatkan. (Hardiyatmo, 2011). Hardiyatmo (2011) mendefinisikan persen rongga dalam agregat mineral sebagai ruang rongga di antara partikel agregat dalam campuran aspal yang dipadatkan, termasuk rongga udara dan kandungan aspal efektif, dinyatakan sebagai persen dari volume total. Persen rongga terisi aspal dalam campuran aspal dipadatkan adalah rasio antara volume aspal efektif terhadap volume rongga dalam agregat mineral. (Hardiyatmo, 2011). Marshall *Quotient* merupakan hasil bagi dari stabilitas dibagi *flow*. Untuk mengetahui pengaruh air dalam campuran aspal maka dilakukan pengujian indeks stabilitas sisa. Perbandingan antara stabilitas standar dan stabilitas rendaman dinyatakan dalam persentase sebagai Indeks Stabilitas Sisa.

METODE PENELITIAN

Diagram alir kegiatan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan



Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan (Lanjutan)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian material baru untuk mengetahui *properties* material yang digunakan yaitu agregat dan aspal.

Tabel 1. Pengujian Aspal *Shell* Pen 60/70

No	Pengujian	Syarat	Standar	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi pada suhu 25°C (0,1 mm)	60-70	SNI 06-2456-1991	65	Memenuhi
2	Titik Lembek (°C)	≥48	SNI 06-6441-2000	58	Memenuhi
3	Titik Nyala (°C)	≥232	SNI 06-2433-1991	349	Memenuhi
4	Titik Bakar (°C)	≥232	SNI 06-2433-1991	354	Memenuhi
5	Kelarutan (%)	≥99%	ASTM D 5546	99,8%	Memenuhi
6	Daktilitas pada suhu 25°C, (cm)	≥100	SNI 06-2432-1991	±112	Memenuhi
7	Berat Jenis	≥1	SNI 06-2441-1991	1,0517	Memenuhi

Pemeriksaan Setelah TFOT atau RTFOT				
8	Berat yang hilang (%)	≤0.8	SNI 06-2441-1991	0,021 Memenuhi
9	Penetrasi pada suhu 25°C (0,1 mm)	50-80	SNI-06-2456-1991	62,8 Memenuhi
10	Daktalitas pada suhu 25°C (cm)	≥100	SNI 06-2432-1991	±110 Memenuhi

Tabel 2. Pengujian Agregat Kasar 1''

No	Pengujian	Syarat	Standar	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis (Bulk)	Min.2,5	SNI 1969 : 2008	2,63	Memenuhi
2	Berat Jenis Permukaan Jenuh (SSD)	Min.2,5	SNI 1969 : 2008	2,674	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu (Apparent)	Min. 2,5	SNI 1969 : 2008	2,754	Memenuhi
4	Penyerapan	Max 3%	SNI 1969 : 2008	1,723	Memenuhi
5	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	Min 95%	SNI 03-2439-1991	99	Memenuhi
6	Material Lolos ayakan no.200	Maks. 1%	SNI 03-4142-1996	0,504	Memenuhi

Tabel 3. Pengujian Agregat Kasar ½ ''

No	Pengujian	Syarat	Standar	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis (Bulk)	Min.2,5	SNI 1969 : 2008	2,725	Memenuhi
2	Berat Jenis Permukaan (SSD)	Min.2,5	SNI 1969 : 2008	2,772	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu (Apparent)	Min.2,5	SNI 1969 : 2008	2,856	Memenuhi
4	Penyerapan	Max 3%	SNI 1969 : 2008	1.689	Memenuhi
6	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	Min 95%	SNI 03-2439-1991	99	Memenuhi
7	Material Lolos ayakan no.200	Maks. 1%	SNI 03-4142-1996	0,73	Memenuhi

Tabel 4. Pengujian Abu Batu

No	Pengujian	Syarat	Standar	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis (Bulk)	Min.2,5	SNI 1970 : 2008	2,605	Memenuhi
2	Berat Jenis Permukaan (SSD)	Min.2,5	SNI 1970 : 2008	2,692	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu (Apparent)	Min.2,5	SNI 1970 : 2008	2,84	Memenuhi
4	Penyerapan	Max 3%	SNI 1970 : 2008	2,3	Memenuhi

Pada pengujian Marshall, analisis dilakukan dengan dua langkah. Langkah pertama adalah dengan cara menganalisis hasil uji Marshall dengan variasi kadar RAP dan langkah kedua adalah menganalisis hasil uji Marshall dengan variasi kadar aspal. Hasil analisis uji Marshall dengan variasi kadar RAP disajikan pada Tabel 6 – Tabel 11.

Tabel 5. Tabel Kombinasi Agregat AC-BC untuk Jenis *Bleeding* dan *Cracking*

Kombinasi Campuran Agregat			
RAP	Agregat 1''	Agregat ½''	Abu Batu
23%	25%	25%	27%
27%	27%	23%	23%
31%	22%	22%	25%

Tabel 6. Hasil Uji Marshall Kadar RAP 23% Jenis *Bleeding* VS Kadar Aspal

Karakteristik	23% RAP			27% RAP			31% RAP		
	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%
Marshall	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%
BJ BULK	2,32	2,37	2,40	2,34	2,37	2,40	2,36	2,38	2,41
VMA (%)	16,50	15,48	15,45	15,81	15,31	15,36	15,12	15,09	15,11
VFA(%)	53,74	70,62	84,24	56,19	71,39	84,79	58,90	72,62	86,37
VIM(%)	8,73	5,25	2,81	7,98	5,07	2,71	7,19	4,78	2,38
Stabilitas (kg)	945,48	1002,46	1066,84	937,76	957,64	904,86	917,27	923,27	880,41
Flow (mm)	1,99	2,85	2,93	2,74	3,10	3,13	2,87	3,28	3,40
MQ (kg/mm)	466,79	345,47	359,22	337,17	303,43	283,93	314,70	276,48	254,12

Tabel 7. Hasil Uji Marshall Kadar RAP 23% Jenis *Cracking* VS Kadar Aspal

Karakteristik	23% RAP			27% RAP			31% RAP		
	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%
Marshall	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%	4,6%	5,6%	6,6%
BJ BULK	2,33	2,39	2,41	2,36	2,39	2,42	2,37	2,40	2,44
VMA (%)	16,82	15,83	15,80	16,01	15,67	15,65	15,59	15,41	15,10
VFA(%)	52,52	68,76	82,10	55,21	69,41	82,81	56,83	70,71	85,97
VIM(%)	9,22	5,77	3,30	8,37	5,62	3,15	7,89	5,30	2,50
Stabilitas (kg)	940,17	975,05	956,29	927,13	939,54	925,09	919,66	926,24	915,70
Flow (mm)	1,92	2,38	3,15	2,38	2,49	3,35	2,63	2,64	3,89
MQ (kg/mm)	481,25	402,63	298,07	382,84	370,67	271,07	343,57	343,96	230,94

Pembahasan

Berikut adalah analisis hubungan antara prosentase RAP dengan karakteristik Marshall dan hubungan antara kadar aspal dengan karakteristik Marshall :

Analisis Kepadatan (Density)

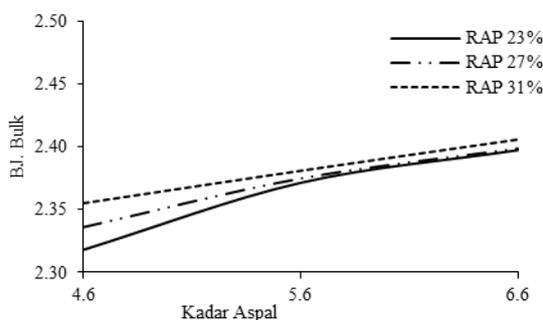
Nilai kepadatan meningkat saat kadar aspal meningkat (Gambar 3-4). Penyebabnya adalah jika campuran dipadatkan maka aspal yang ditambahkan akan mengisi rongga antar partikel agregat yang terbentuk sehingga semakin banyak rongga yang terisi membuat kepadatan semakin tinggi.

Analisis Analisis Rongga Udara antar Mineral Agregat (VMA)

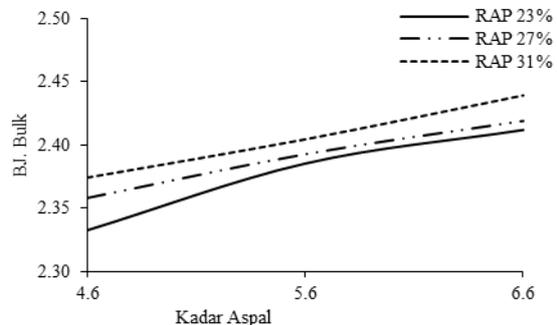
Nilai VMA secara keseluruhan memenuhi spesifikasi Bina Marga revisi 3 tahun 2010. Nilai VMA menurun saat kadar aspal meningkat (Gambar 5-6). Hal ini disebabkan oleh rongga-rongga udara di antara agregat semakin banyak yang terisi aspal.

Analisis Rongga Udara Terisi Aspal (VFA)

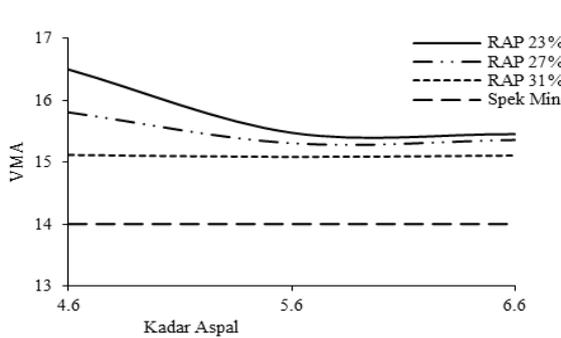
Nilai VFA turun saat kadar aspal meningkat (Gambar 7-8). Hal ini dikarenakan semakin banyak aspal yang dapat mengisi rongga di dalam campuran, selain itu meningkatnya nilai VFA menunjukkan bahwa agregat yang terselimuti aspal semakin banyak.



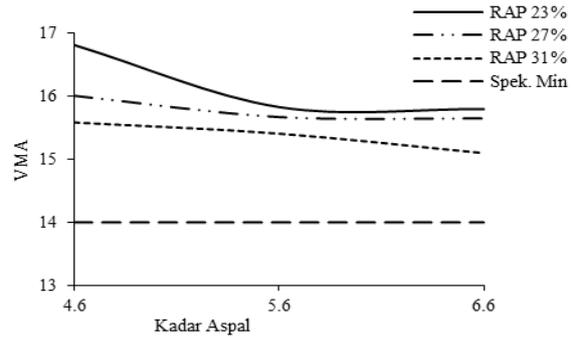
Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan BJ Bulk untuk Kerusakan *Bleeding*



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan BJ Bulk untuk Kerusakan *Cracking*



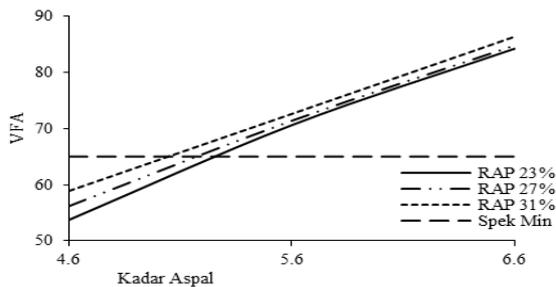
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VMA untuk Kerusakan *Bleeding*



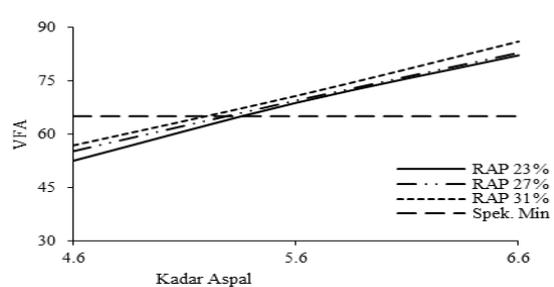
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VMA untuk Kerusakan *Cracking*

Analisis Rongga Udara di dalam Campuran (VIM)

Nilai VIM turun saat kadar aspal meningkat (Gambar 9-10). Hal ini disebabkan semakin tinggi kadar aspal maka selimut aspal pada agregat yang dihasilkan lebih tebal sehingga rongga udara dalam campuran akan semakin kecil karena terisi oleh aspal yang semakin meningkat.



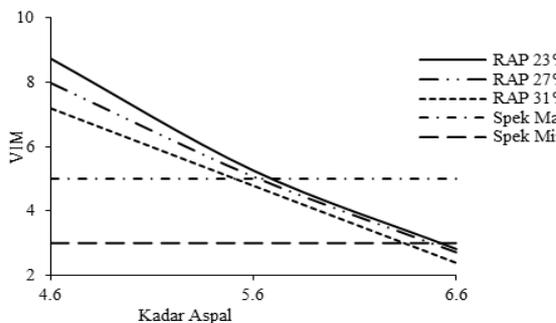
Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VFA untuk Kerusakan *Bleeding*



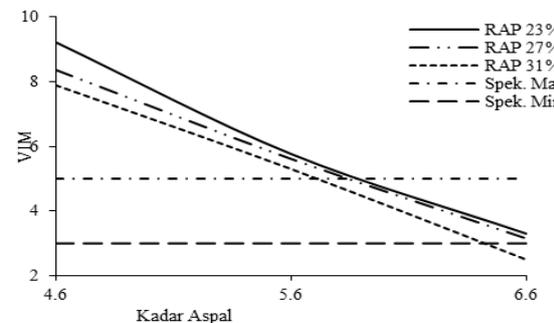
Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM untuk Kerusakan *Cracking*

Analisis Stabilitas

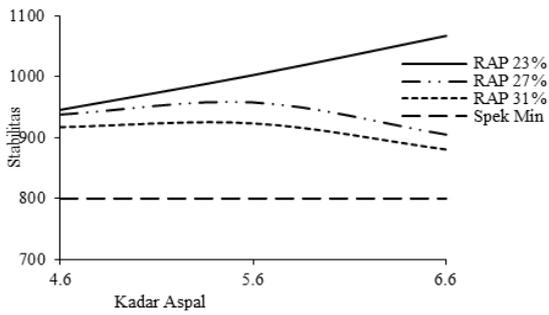
Nilai stabilitas naik saat kadar aspal dalam campuran naik hingga kadar aspal tertentu kemudian menurun (Gambar 11-12). Hal ini disebabkan saat kadar aspal 5,6% stabilitas mencapai optimum kemudian menurun di 6,6% yang mengindikasikan bahwa terlalu tebal film aspal yang menyelimuti agregat. Stabilitas dapat naik seiring meningkatnya kadar aspal hingga batas tertentu, namun apabila kadar aspal terlalu banyak dapat menurunkan stabilitas.



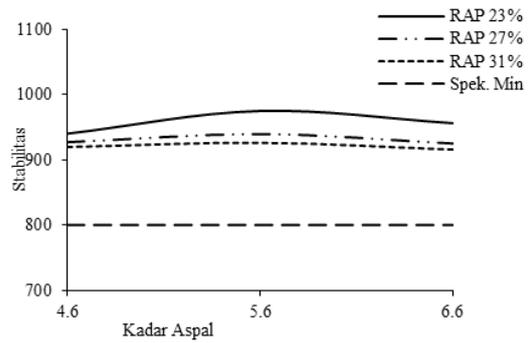
Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM untuk Kerusakan *Bleeding*



Gambar 10. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM untuk Kerusakan *Cracking*



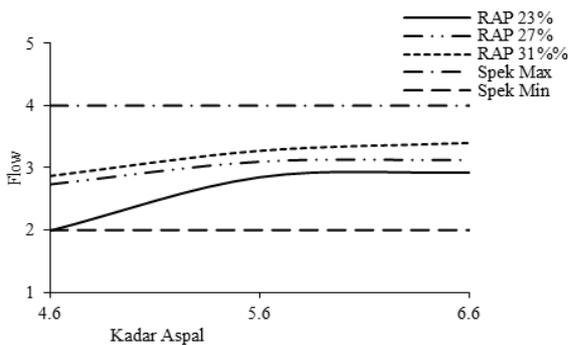
Gambar 11. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Stabilitas untuk Kerusakan *Bleeding*



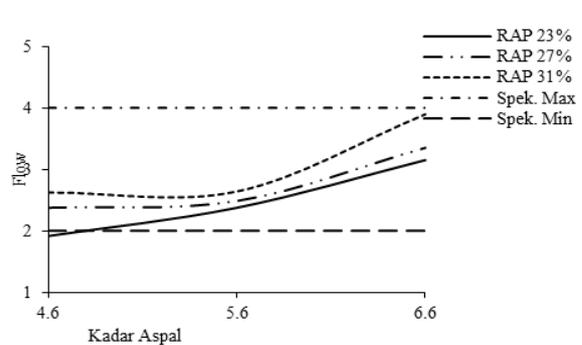
Gambar 12. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Stabilitas untuk Kerusakan *Cracking*

Analisis Flow

Flow meningkat saat kadar aspal meningkat (Gambar 13-14). Terlalu banyak kadar aspal menyebabkan performa campuran beraspal menjadi buruk karena campuran semakin plastis sehingga mudah terdeformasi jika terkena beban.



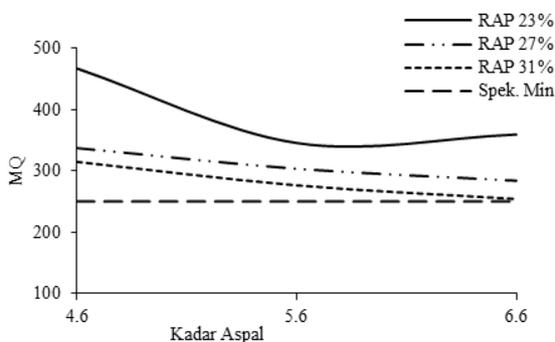
Gambar 13. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Flow untuk Kerusakan *Bleeding*



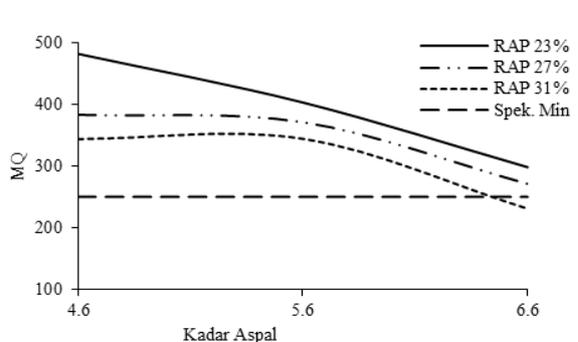
Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Flow untuk Kerusakan *Cracking*

Analisis Marshall Quotient (MQ)

Marshall *quotient* dipengaruhi oleh stabilitas dan *flow*. *Trend* grafik MQ menyesuaikan hasil stabilitas dengan *flow* nya. Nilai MQ menurun saat kadar aspal meningkat (Gambar 15-16).



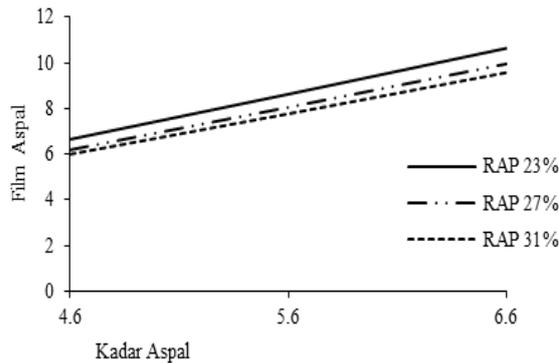
Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan MQ untuk Kerusakan *Bleeding*



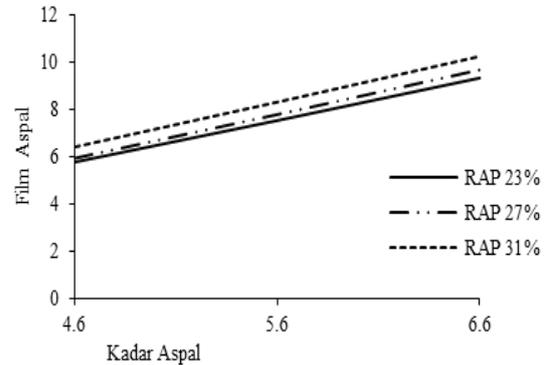
Gambar 16. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan MQ untuk Kerusakan *Cracking*

Analisis Tebal Selimut Aspal (Film Aspal)

Tebal selimut aspal turun saat prosentase RAP jenis *bleeding* meningkat (Gambar 17) hal tersebut karena semakin banyak material halus dalam campuran maka semakin besar penyerapan aspalnya sehingga aspal yang menyelimuti agregat tidak sempurna, namun tebal selimut aspal akan meningkat saat kadar aspal meningkat pada campuran dengan material RAP jenis *bleeding* (Gambar 18). Tebal selimut aspal meningkat saat prosentase RAP jenis *cracking* dan kadar aspal dalam campuran meningkat. Hal ini karena semakin besar kadar aspal maka tebal selimut yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 17. Grafik Hubungan Selimut Aspal dengan Kadar Aspal untuk Kerusakan *Bleeding*



Gambar 18. Grafik Hubungan Selimut Aspal dengan Kadar Aspal untuk Kerusakan *Cracking*

Analisis Indeks Stabilitas Sisa (IRS)

Nilai IRS campuran beraspal AC-BC menurun saat prosentase RAP meningkat, baik RAP jenis *bleeding* maupun *cracking* (Gambar 19-20). Hal ini dikarenakan material baru dalam campuran semakin sedikit sehingga mempengaruhi stabilitas campuran. Nilai IRS akan menurun saat kadar aspal menurun baik campuran dengan RAP jenis *bleeding* maupun RAP jenis *cracking*. Hal ini karena semakin banyak kadar aspal akan memperkecil stabilitas karena campuran menjadi lebih plastis saat kadar aspal meningkat.

Dasar Pemilihan Prosentase Ideal

Prosentase RAP ideal adalah 23% baik untuk campuran yang menggunakan material RAP jenis *bleeding* maupun *cracking*, hal ini dapat diketahui dari hasil uji Marshall yang ditampilkan pada Tabel 8-9.

Campuran beraspal dengan prosentase RAP 23% lebih kaku, sehingga campuran tidak mudah berubah bentuk akibat beban di atasnya. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai Marshall Quotient yang lebih tinggi dan nilai *flow* yang lebih rendah. Selain itu, kemampuan menahan beban yang lebih tinggi karena jumlah material bekas yang cenderung lebih sedikit dan dapat dilihat dari nilai stabilitasnya, walaupun campuran tidak lebih padat dari campuran yang lain (dapat dilihat dari nilai VIM, VMA, dan VFA) tetapi nilainya masih memenuhi spesifikasi yang ditetapkan Bina Marga.

Tabel 8. Hasil Uji Marshall Kadar RAP Jenis *Bleeding* VS KAO

Jenis Kerusakan	No	Karakteristik Marshall	Kadar RAP			Spesifikasi
			23% KAO (6,19%)	27% KAO (6,17%)	31% KAO (6,15%)	
<i>Bleeding</i>	1	BJ BULK	2,358	2,367	2,382	-
	2	VMA (%)	16,484	16,009	15,557	Min. 14
	3	VFA(%)	73,772	75,134	77,565	Min. 65
	4	VIM(%)	4,933	4,595	4,098	3 s/d 5
	5	Stabilitas (kg)	982,04	918,505	896,595	Min. 800
	6	Flow (mm)	2,895	3,12	3,34	2 s/d 4
	7	MQ (kg/mm)	332,779	288,699	272,78	-

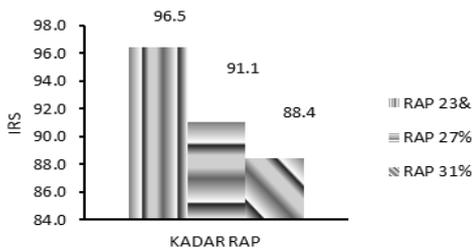
Tabel 9. Hasil Uji Marshall Kadar RAP Jenis *Cracking* VS KAO

Jenis Kerusakan	No	Karakteristik Marshall	Kadar RAP			Spesifikasi
			23% KAO (6,25%)	27% KAO (6,22%)	31% KAO (6,2%)	
<i>Cracking</i>	1	BJ BULK	2,403	2,409	2,426	-
	2	VMA (%)	15,812	15,563	15,222	Min. 14
	3	VFA(%)	77,385	78,241	79,766	Min. 65
	4	VIM(%)	4,174	3,965	3,628	3 s/d 5
	5	Stabilitas (kg)	992,082	964,05	933,11	Min. 800
	6	Flow (mm)	2,88	3,02	3,39	2 s/d 4
	7	MQ (kg/mm)	338,652	313,416	269,902	-

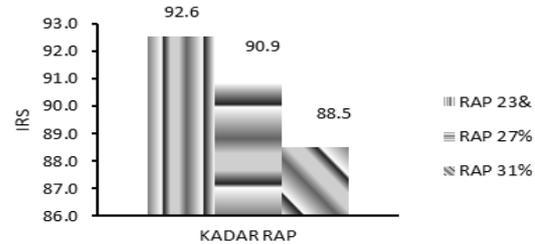
KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap penggunaan RAP sebagai salah satu material penyusun pada campuran beraspal AC-BC didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Prosentase agregat baru dan material RAP baik jenis *bleeding* dan *cracking* yang digunakan di dalam campuran beraspal baru jenis AC-BC tercantum dalam Tabel 5.
2. Berdasarkan analisis uji Marshall prosentase RAP terbaik di antara 23%, 27%, dan 31% pada kondisi kadar aspal optimum yang dapat digunakan dalam campuran beraspal AC-BC baik dengan material jenis *bleeding* maupun *cracking* adalah sebesar 23% (Tabel 10).
3. Berdasarkan uji Marshall campuran beraspal baru AC-BC yang menggunakan RAP jenis *bleeding* atau *cracking* mempunyai kecenderungan yang hampir sama, sehingga pembuatan campuran beraspal dapat menggunakan formula kombinasi yang sama.
4. Berdasarkan uji durabilitas, dapat disimpulkan campuran beraspal yang mengandung material RAP jenis *bleeding* atau *cracking* semakin besar prosentase RAP di dalam campuran, maka IRS akan semakin menurun.



Gambar 19. Diagram Hubungan IRS dengan Prosentase RAP untuk Kerusakan *Cracking*



Gambar 20. Diagram Hubungan IRS dengan Prosentase RAP untuk Kerusakan *Bleeding*

Tabel 10. Kesimpulan Hasil Uji Marshall dengan Prosentase RAP Terbaik

Jenis Kerusakan	No	Karakteristik Marshall	Kadar Aspal 6,19%	Jenis Kerusakan	No	Karakteristik Marshall	Kadar Aspal 6,25%
<i>Bleeding</i> 23% RAP	1	BJ BULK	2,358	<i>Cracking</i> 23% RAP	1	BJ BULK	2,403
	2	VMA (%)	16,484		2	VMA (%)	15,812
	3	VFA(%)	73,772		3	VFA(%)	77,385
	4	VIM(%)	4,933		4	VIM(%)	4,174
	5	Stabilitas (kg)	982,04		5	Stabilitas (kg)	992,082
	6	<i>Flow</i> (mm)	2,895		6	<i>Flow</i> (mm)	2,88
	7	MQ (kg/mm)	332,779		7	MQ (kg/mm)	338,652
	8	Tebal Film Aspal (μ m)	9,75		8	Tebal Film Aspal (μ m)	9,92

SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai perilaku aspal bekas yang terkandung dalam material RAP terhadap campuran beraspal.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan material RAP dalam campuran beraspal AC –BC ataupun campuran beraspal dengan spesifikasi yang lebih tinggi, misalnya campuran AC-WC .

DAFTAR PUSTAKA

- Copeland, A., 2011. *Reclaimed Asphalt Pavement in Asphalt Mixtures : State of The Practice*, U.S. Department of Transportation FHWA, Georgetown Pike.
- Hardiyatmo, H. C., 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kandhal, P. S., and Mallick, R. B., 1997. *Pavement Racycling Guidelines for State and Local Governments*, U.S. Department of Transportation FHWA, Washington DC.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010. *Spesifikasi Umum*, Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Pradyumna, T. A., Mittal, A., and Jain, P. K., 2013. “Characterization of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) for Use in Bituminous Road Construction” *2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG)*, Procedia – Social and Behavioral Sciences, India.
- Sukirman, S., 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*, Jakarta, Granit.