

KINERJA MARSHALL CAMPURAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN SERBUK BATA MERAH *RECYCLING* SEBAGAI SUBSTITUSI *FILLER*

Dwina Archenita^{1*}, Satwarnirat², Rizky Cristian³, M.Sepriendra⁴, Saryeni Maliar⁵

^{1*}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, Padang. Email: archenitadwina@gmail.com

²Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, Padang.

³Mahasiswa Sarjana Terapan Perancangan Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Padang, Padang.

⁴Mahasiswa Sarjana Terapan Perancangan Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Padang, Padang.

⁵Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, Padang

ABSTRACT

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) is one of the asphalt mixture products that is now used by the Public Works Department. One of the determining factors for the performance of road pavement is the quality of the material, especially aggregate, because the percentage of aggregate in the pavement mixture can reach 75 - 85% of the total volume of the mixture or 90% of the total weight of the mixture. In ensuring smooth implementation in the field, the important thing to pay attention to is the availability of mixture forming materials. One of the forming materials which is quite difficult to obtain is filler which comes from stone ash. Therefore, it is necessary to research alternative materials, including Recycled Brick Powder (RBP) as an alternative filler material. The test was carried out using the Marshall Method, by replacing some of the filler with several variations in the AC-WC mixture. Variations in filler substitution are 0%, 5%, 10%, and 15% of the weight of the filler used, with variations in asphalt content of 5% - 7% at intervals of 0.5%. Marshall test results show that the stability of the mixture with filler substitution in all variations meets the 2018 specifications (> 800 kg) as a reference used by the Department of PW, with the highest stability at 10% variation, namely 1786.96 kg. The optimum asphalt content (OAC) value increases with RBP substitution when compared to a mixture without filler substitution (0%), namely 5.5% with RBP-0%; 6.2% with RBP-5%; 6.6% with RBP-10% and 6.63% with RBP-15%. This shows that RBP can be used as a filler in AC-WC mixtures, but the percentage of use is still limited and needs further research.

Keywords : *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC), Recycled brick powder, Filler, Stability, Optimum Asphalt Content (OAC)

ABSTRAK

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) merupakan salah satu produk campuran beraspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Salah satu faktor penentu kinerja lapis perkerasan jalan adalah mutu material pembentuk campuran terutama agregat karena persentase agregat dalam campuran perkerasan dapat mencapai 75 - 85% dari total volume campuran atau berkisar 90% dari total berat campuran. Dalam menjamin kelancaran pelaksanaan di lapangan, hal yang penting diperhatikan adalah ketersediaan material pembentuk campuran. Salah satu material pembentuk yang cukup sulit ketersediaannya adalah filler yang berasal dari abu batu. Oleh karena itu perlu diteliti material alternatif, diantaranya adalah Serbuk Bata Merah

Recycling (SBR) sebagai material alternatif filler. Pengujian dilakukan dengan Metoda Marshall, dengan melakukan penggantian Sebagian filler dengan beberapa variasi dalam campuran AC-WC. Variasi substitusi filler adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat filler yang digunakan, dengan variasi kadar aspal 5% - 7% berselang 0,5%. Hasil pengujian Marshall menunjukkan bahwa stabilitas campuran dengan substitusi filler pada semua variasi memenuhi spesifikasi 2018 (> 800 kg) sebagai acuan yang digunakan Departemen PU, dengan stabilitas tertinggi pada variasi 10% yaitu 1786,96 kg. Nilai kadar aspal optimum (KAO) semakin meningkat dengan adanya substitusi SBR bila dibandingkan dengan campuran tanpa substitusi filler (0%) yaitu 5,5% dengan SBR-0% ; 6,2% dengan SBR-5% ; 6,6% dengan SBR-10% dan 6,63% dengan SBR-15%. Hal ini menunjukkan bahwa SBR dapat digunakan sebagai filler pada campuran AC-WC, namun persentase penggunaan masih terbatas dan perlu diteliti lebih lanjut.

Kata Kunci : *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC), Serbuk Bata Merah *Recycling* (SBR), *Filler*, Stabilitas, Kadar Aspal Optimum (KAO)

1. PENDAHULUAN

Lapis Aspal Beton (Laston) atau *Asphalt Concrete* (AC) merupakan salah satu jenis campuran yang banyak digunakan sebagai lapisan permukaan perkerasan lentur jalan raya. Laston yang selanjutnya disebut AC terdiri dari tiga jenis : AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-Binder Course, AC-BC) dan AC Lapis Pondasi (AC-Base) (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018). Beton aspal untuk lapis aus (AC – WC) merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan langsung berhubungan dengan roda kendaraan (The Asphalt Institute 1983). Dengan demikian dibutuhkan campuran AC-WC yang kuat dan mampu menahan beban kendaraan untuk jangka waktu yang lama.

AC-WC tersusun atas campuran agregat dan aspal dengan spesifikasi yang telah disyaratkan, yang mana agregat merupakan material dengan jumlah prosentase terbesar (sekitar 90% - 95%), terbagi atas agregat kasar, agregat halus dan filler (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018). Filler yang digunakan dalam suatu campuran beraspal biasanya berasal dari abu batu yang ketersediaannya semakin sulit dirasakan dalam pelaksanaan di lapangan. Oleh karena itu dalam menjamin kelancaran pelaksanaan di lapangan diteliti berbagai material alternatif yang memiliki sifat dan ukuran yang memenuhi spesifikasi sebagai filler. Salah satu material yang memungkinkan adalah serbuk bata merah recycling. Serbuk bata merah recycling merupakan material limbah bongkaran konstruksi yang belum dimanfaatkan.

Pada penelitian ini akan diketahui kinerja campuran AC-WC yang menggunakan substitusi material filler menggunakan Serbuk Bata Merah *Recycling* (SBR) dengan variasi substitusi filler 0%, 5%, 10%, dan 15%. Persentase substitusi SBR diambil dari berat filler dan akan dicampurkan dalam campuran AC-WC pada suhu 150°C. Perancangan campuran dilakukan dengan Metoda Marshall, begitu juga dengan pencampuran dan pengujiannya . Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dari setiap variasi campuran diperoleh dengan melakukan analisis dari pengujian Marshall.

2. HASIL, ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

2.1 Hasil dan Analisa Pengujian Properties

Pengujian properties dilakukan untuk menentukan kualitas material yang akan digunakan dalam campuran AC-WC. Pengujian ini dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus, filler, Serbuk Bata Merah *Recycling* (SBR) dan aspal. Pada penelitian ini SBR yang akan digunakan sebagai substitusi filler dalam campuran AC-WC dengan persentase sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% (Bahri 2016). Hasil dari pengujian kualitas material tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja campuran yang dihasilkan. Hasil pengujian properties terhadap material-material tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 – Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Properties Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat jenis bulk; t/m ³	2,60	2,5 – 2,7	Memenuhi
2.	Berat jenis SSD; t/m ³	2,63	2,5 – 2,7	Memenuhi
3.	Berat jenis semu; t/m ³	2,69	2,5 – 2,7	Memenuhi
4.	<i>Los Angeles</i> ; (%)	33,34	Maks 40%	Memenuhi
5.	<i>AIV (Aggregate Impact Value)</i> ; (%)	14,06	Maks 30%	Memenuhi
6.	<i>ACV (Aggregate Crushing Value)</i> ; (%)	14,00	Maks 30%	Memenuhi
7.	Indeks Pipih; (%)	8,55	Maks 10%	Memenuhi
8.	Indeks Lonjong; (%)	8,26	Maks 10%	Memenuhi
9.	Pelapukan Agregat; (%)	2,48	Maks 10%	Memenuhi

Tabel 2. Hasil Pengujian Properties Agregat Halus

No.	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat jenis bulk; t/m ³	2,51	2,5 – 2,7	Memenuhi
2.	Berat jenis SSD; t/m ³	2,56	2,5 – 2,7	Memenuhi
3.	Berat jenis semu; t/m ³	2,65	2,5 – 2,7	Memenuhi

Tabel 3. Hasil Pengujian Properties Filler

No.	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
<i>Filler Abu Batu</i>				
1.	Berat jenis ; t/m ³	2,76	2,2 – 2,7	Memenuhi
<i>Filler SBR (Serbuk Bata Merah Recycling)</i>				
1.	Berat jenis ; t/m ³	2,55	2,2 – 2,7	Memenuhi

Hasil pengujian properties aggregate menunjukkan bahwa agregat yang akan digunakan, yaitu agregat kasar, agregat halus, filler abu batu, dan filler SBR memenuhi persyaratan Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018).

Tabel 4. Hasil Pengujian Properties Aspal

No.	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat jenis ; t/m ³	1,047	Min 1
2.	Titik nyala dan titik bakar; °C	320 ; 367	Min 232
3.	Titik lembek; °C	46	Min 48
4.	Viskositas; cm ² /detik	157 ; 145	160 - 240
5.	Penetrasi; mm	79,20	60 - 70
6.	Daktilitas; cm	>100	Min 100
7.	Kehilangan berat TFOT; %	0,0069	Maks 0,8
8.	Penetrasi setelah TFOT; mm	59,06	Min 48
9.	Daktilitas setelah TFOT; cm	130	Min 100
10.	Kelekatan aspal terhadap agregat; %	>95%	Min 95%
11.	Kelarutan aspal; %	99,014 ;	Min 99%
	Larut dan tidak larut	0,086	

Hasil pengujian properties material aspal juga menunjukkan bahwa aspal yang akan digunakan dalam campuran memenuhi persyaratan Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018).

Berdasarkan hasil pengujian properties diatas memperlihatkan bahwa material aggregate maupun aspal dapat digunakan untuk membuat benda uji Marshall (Anonim 1991), yang selanjutnya dianalisis guna mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

2.2 Hasil dan Analisa Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah nilai kadar aspal yang diperoleh pada campuran beraspal yang telah memenuhi karakteristik Marshall diantaranya Kepadatan, VIM, VMA, VFA, Stabilitas, dan Flow (Budirahardjo and Wibowo 2021). Besaran kadar aspal optimum berbeda-beda, tergantung dari properties aspal, agregat, gradasi agregat, dan jenis serta variasi campuran itu sendiri. Variasi kadar aspal yang digunakan dengan atau tanpa fly ash SBR adalah 5,0% sampai 7,0% dengan interval kenaikan 0,5%. Pencampuran benda uji dipadatkan dengan jumlah pemadatan sebanyak 2 x 75 tumbukan (Anonim 1991).

Pengujian yang dilakukan terhadap benda uji Marshall berupa pengujian volumetrik dan pengujian stabilitas serta flow (Anonim 1991). Hasil yang didapat dari pengujian tersebut dengan variasi campuran 0%-SBR ; 5%-SBR ; 10%-SBR ; 15%-SBR, disajikan pada Tabel 5 – Tabel 8.

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Variasi 0%-SBR

Sifat-sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi	
						Min	Max
Kadar aspal ; %	5	5,5	6	6,5	7	-	-
Kepadatan ; t.m3	2,290	2,306	2,259	2,348	2,340	-	-
VIM ; %	5,420	4,060	5,360	0,950	0,630	3	5
VMA ; %	14,76	14,59	16,78	13,97	14,74	15	-
VFA ; %	63,79	72,53	69,91	93,22	95,76	65	-
Stabilitas ; kg	1698,10	1704,21	2028,57	1784,45	1426,97	800	-
Kelelehan ; mm	4,08	3,78	4,08	4,90	5,07	2	4
Marshall Quotient ; kg/mm	416,61	452,63	505,34	390,15	301,06	250	-

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall Variasi 5%-SBR

Sifat-sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi	
						Min	Max
Kadar aspal ; %	5	5,5	6	6,5	7	-	-
Kepadatan ; t.m3	2,216	2,228	2,253	2,282	2,850	-	-
VIM ; %	8,10	6,96	5,23	3,35	2,55	3	5
VMA ; %	17,14	17,13	16,61	16,00	16,33	15	-
VFA ; %	52,77	59,56	68,57	79,06	84,45	65	-
Stabilitas ; kg	1326,14	1238,35	1450,37	1339,21	1412,08	800	-
Kelelehan ; mm	3,29	2,96	3,75	4,13	5,30	2	4
Marshall Quotient ; kg/mm	407,49	417,79	391,70	323,89	268,03	250	-

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshall Variasi 10%-SBR

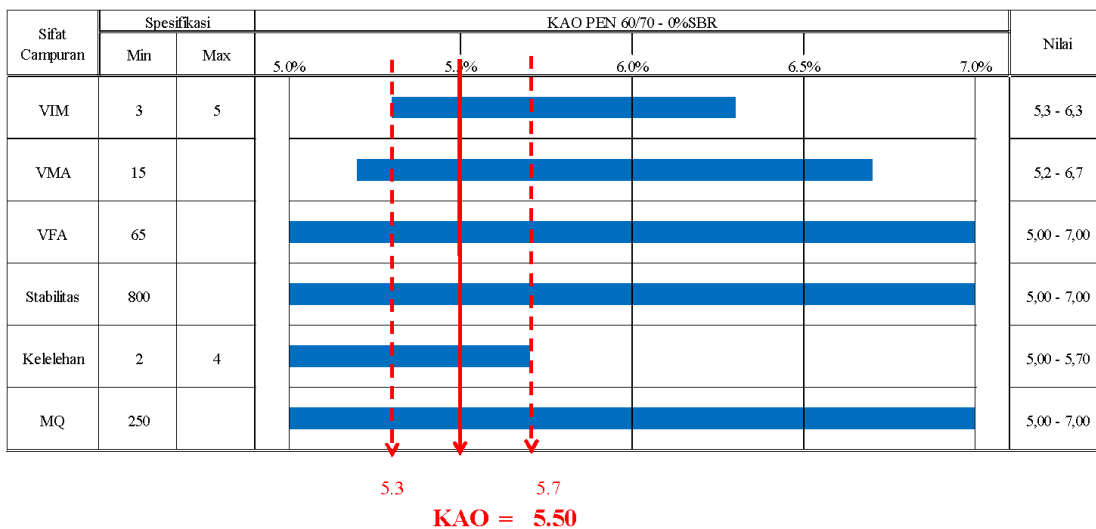
Sifat-sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi	
						Min	Max
Kadar aspal ; %	5	5,5	6	6,5	7	-	-
Kepadatan ; t.m3	2,221	2,210	2,247	2,262	2,283	-	-
VIM ; %	8,27	8,09	5,89	4,57	3,03	3	5
VMA ; %	17,32	18,18	17,22	17,11	16,79	15	-
VFA ; %	52,28	55,52	65,97	73,41	81,98	65	-
Stabilitas ; kg	1753,27	1540,17	1764,18	1786,96	1589,91	800	-
Kelelehan ; mm	4,70	3,61	3,56	3,56	4,26	2	4
Marshall Quotient ; kg/mm	376,55	446,28	595,01	504,73	383,25	250	-

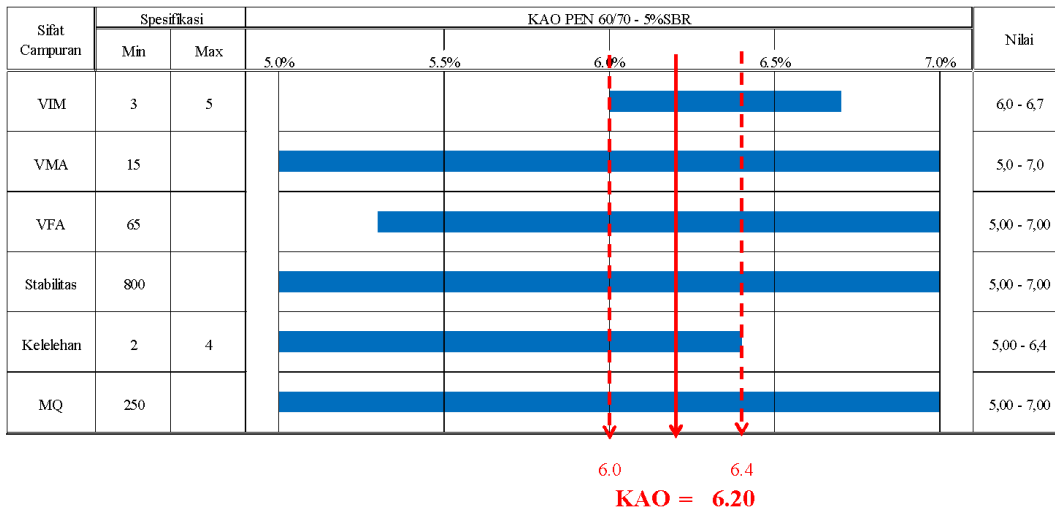
Tabel 8. Hasil Pengujian Marshall Variasi 15%-SBR

Sifat-sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi	
						Min	Max
Kadar aspal ; %	5	5,5	6	6,5	7	-	-
Kepadatan ; t.m3	1,975	2,207	2,212	2,235	2,253	-	-
VIM ; %	8,41	8,20	7,33	5,71	4,29	3	5
VMA ; %	26,46	18,28	18,51	18,10	17,88	15	-
VFA ; %	36,74	55,16	60,55	68,46	76,05	65	-
Stabilitas ; kg	1084,10	1175,99	1205,17	1238,62	1149,07	800	-
Kelelahan ; mm	2,15	2,70	2,90	3,01	3,49	2	4
Marshall Quotient ; kg/mm	530,55	437,31	421,10	410,30	329,39	250	-

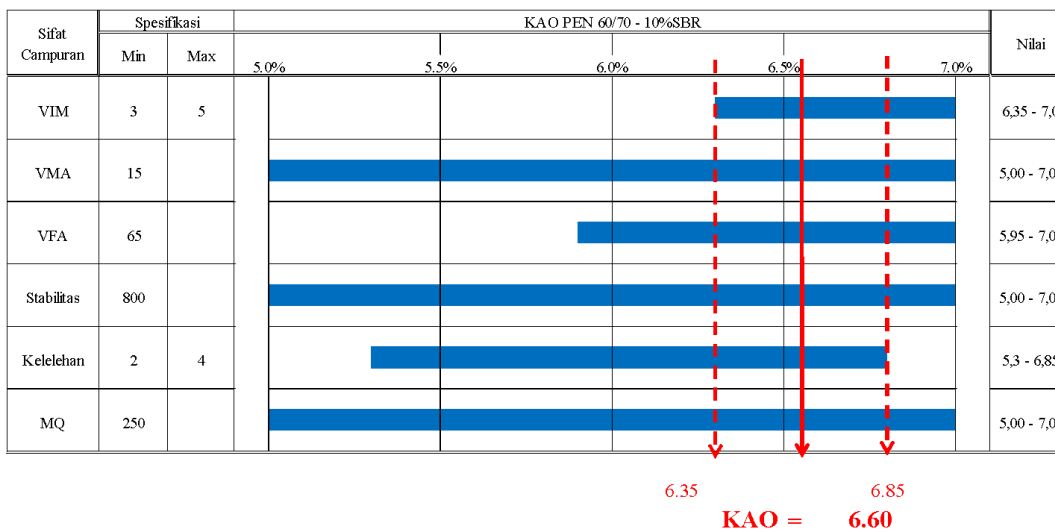
Hasil pengujian Marshall untuk semua variasi campuran, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 – Tabel 8 diplotkan secara grafis antara kadar aspal dengan masing-masing sifat campuran. Sifat campuran tersebut yang telah diplotkan dan memenuhi spesifikasi 2018, dilakukan analisis grafis seperti ditunjukkan pada Gambar 1 – Gambar 4.

Analisis grafis Metoda Marshall akan diperoleh nilai KAO, dengan indikator adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran beraspal. Masing-masing nilai KAO untuk setiap variasi campuran ditunjukkan pada Gambar 1 – Gambar 4.

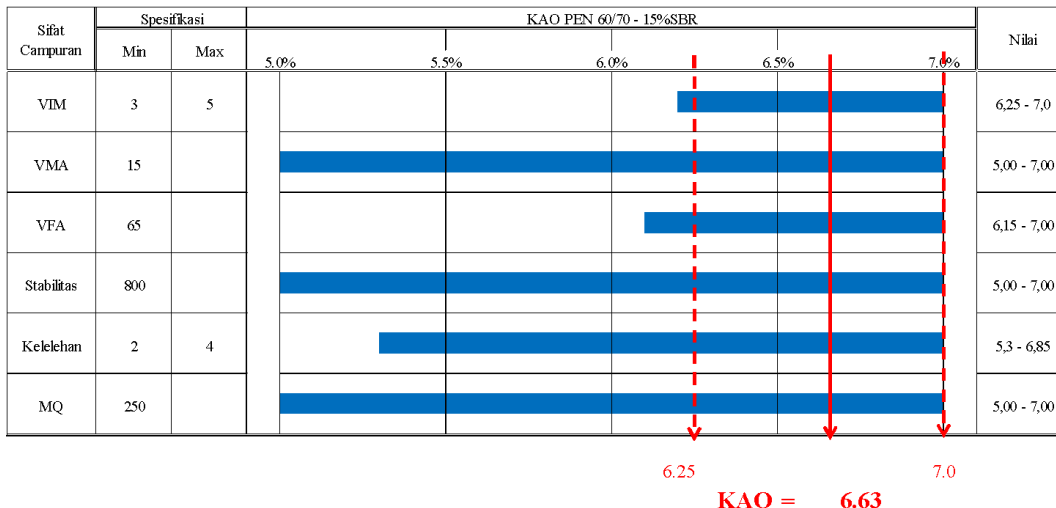
**Gambar 1. Analisa Grafis Campuran 0%-SBR**



Gambar 2 Analisa Grafis Campuran 5%-SBR



Gambar 3 Analisa Grafis Campuran 10%-SBR



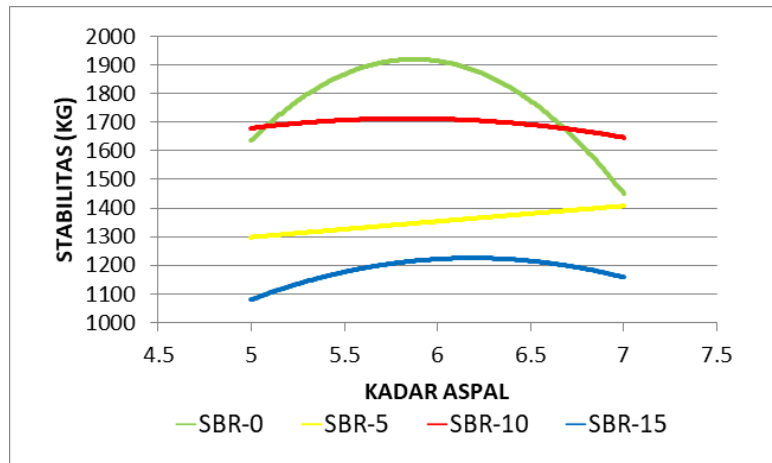
Gambar 4 Analisa Grafis Campuran 15%-SBR

Berdasarkan Gambar 1 – Gambar 4, nilai KAO yang diperoleh untuk variasi 0%-SBR adalah 5,5%, untuk variasi 5%-SBR adalah 6,2%, untuk variasi 10%-SBR adalah 6,6%, dan untuk variasi 15%-SBR adalah 6,63%. Hasil KAO yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan persentase SBR pada campuran AC-WC menyebabkan kenaikan nilai KAO. Namun kenaikan nilai KAO pada persentase dari 10%-SBR ke 15%-SBR tidak terlalu signifikan dimana kenaikan KAO-nya hanya sebesar 0,03%, tidak seperti kenaikan dari 0% ke 5% ataupun ke 10%.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini, penambahan SBR yang efektif adalah pada persentase sebesar 10%.

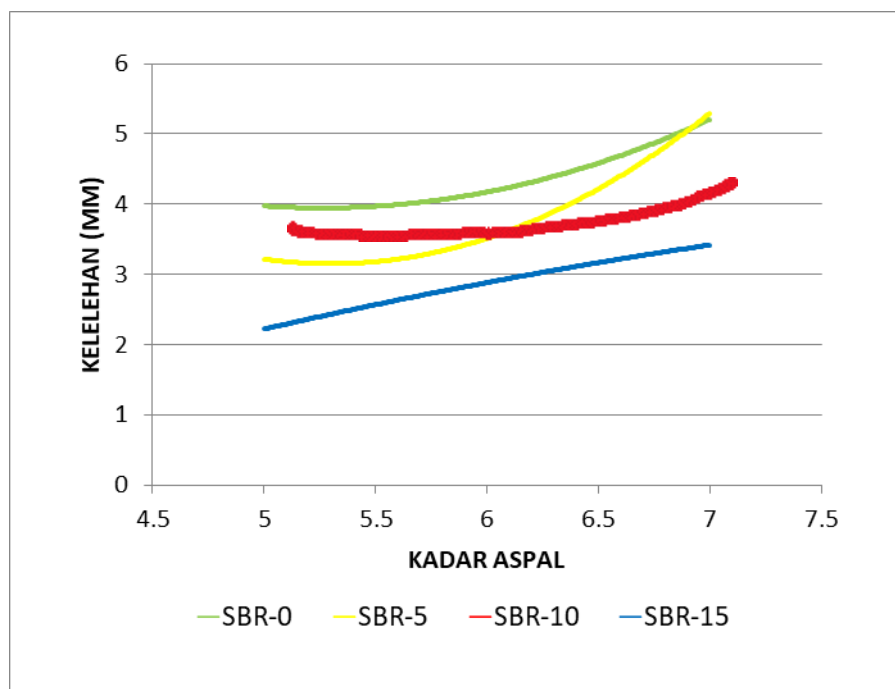
2.3 Hasil dan Analisa Uji Marshall

Karakteristik Marshall secara grafis yang sesuai dengan Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018). Adapaun karakteristik dari *Marshall* adalah stabilitas, kelelahan (*Flow*) dan MQ (*Marshall Quotient*) seperti pada Gambar 5 – Gambar 7.



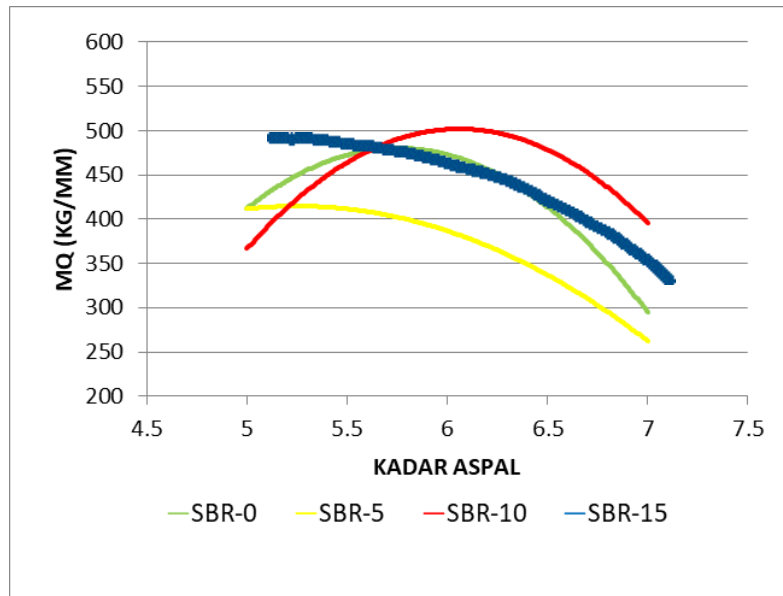
Gambar 5 Perbandingan Stabilitas Terhadap Kadar Aspal

Nilai stabilitas dari semua variasi campuran memenuhi Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018) yaitu > 800 kg. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi campuran 10%-SBR memberikan nilai stabilitas yang paling tinggi diantara tiga variasi campuran lainnya dan mendekati stabilitas dengan tanpa substitusi SBR (0%-SBR).



Gambar 6 Perbandingan Kelelehan Terhadap Kadar Aspal

Nilai kelelehan campuran untuk semua variasi substitusi SBR terlihat juga memenuhi Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018) yaitu pada range 2 – 4 mm. Pada sifat campuran ini persentase SBR 10% juga memberikan nilai kelelehan tertinggi.



Gambar 7 Perbandingan MQ Terhadap Kadar Aspal

Nilai Marshall Quotient campuran untuk semua variasi substitusi SBR terlihat juga memenuhi Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018) yaitu 250 kg/mm. Untuk sifat campuran ini persentase SBR 10% tidak selalu memberikan nilai MQ tertinggi di setiap kadar aspalnya, namun lebih dari 50%-nya mempunyai nilai MQ yang tinggi.

Berdasarkan hasil analisa Marshall terlihat bahwa penggunaan substitusi SBR sebesar 10% memberikan kinerja Marshall yang optimal, yang memenuhi Spesifikasi 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga 2018).

3. KESIMPULAN

- Nilai KAO pada campuran AC-WC tanpa menggunakan SBR didapat 5,50%, sedangkan dari variasi filler yang disubstitusi pada campuran AC-WC nilai KAO untuk variasi 5% yaitu 6,20%, variasi 10% didapat KAO 6,60%, dan variasi 15% didapat KAO 6,63%.
- Batasan penggunaan substitusi filler SBR yang direkomendasikan untuk lapangan yaitu 10% karena pada persentase tersebut kinerja Marshall, yaitu nilai stabilitas dan flow mempunyai nilai yang paling tinggi diantara semua variasi substitusi SBR, serta nilai KAO yang didapat masih memenuhi spesifikasi 2018.

4. DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1991. "Prosedur Pengujian Marshall." in *SNI 06-2489-1991*.

Bahri, Samsul. 2016. "Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Lokan , Serbuk Bata Merah Dan Aditif Anti Pengelupasan Pada AC-BC." *Jurnal Rekayasa* 20(3).

Budirahardjo, Slamet, and Setyoningsih Wibowo. 2021. "ANALISA LABORATORIUM SIFAT CAMPURAN POOR GRADED ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (ACWC)." *Teknika* 16(1). doi: 10.26623/teknika.v16i1.3174.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. "Spesifikasi Umum 2018." *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018* (Revisi 2):6.1-6.104.

The Asphalt Institute. 1983. "Principles of Construction of Hot Mix Asphalt Pavements." *The Asphalt Institute* (No. 22):9–83.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih pada pihak-pihak yang membantu dalam penelitian, penulisan makalah, atau pun pelaksanaan seminar, baik secara materil maupun secara moril.