

HUBUNGAN KADAR ASPAL DENGAN VARIASI KADAR FILLER BATU TABAS PADA CAMPURAN AC-WC

Putu Hendriawan Wijaya
Boedi Rahardjo, Pranoto

Abstrak: Penurunan ketahanan (durabilitas) lapisan perkerasan terutama perkerasan lentur akibat permukaan jalan sering terendam air. Lapis perkerasan lentur yang sering mengalami kerusakan adalah lapis aspal beton AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) atau lapis aus. Kualitas aspal beton dapat ditingkatkan menggunakan filler sebagai bahan pengisi ke dalam campuran. Limbah batu tabas dimanfaatkan sebagai filler atau bahan pengisi untuk membantu kinerja pada campuran aspal beton, meningkatkan kualitas jalan dan mengurangi dampak kerusakan lingkungan. Tujuan penelitian: (1) mendeskripsikan karakteristik bahan campuran aspal beton AC-WC. (2) hubungan antara kadar aspal dengan variasi kadar filler batu tabas pengujian marshall dan IKS. Hasil penelitian: (1) karakteristik bahan campuran aspal beton AC-WC yang meliputi: (a) berat jenis agregat kasar 2,64, agregat halus 2,29 & filler batu tabas 3,08, penyerapan agregat kasar 2,39% dan agregat halus 1,48%, dan keausan agregat kasar 29,02%. (b) berat jenis aspal 1,03, penetrasi aspal 66,55 mm, titik lembek aspal 50,5°C, daktilitas aspal 130,33 cm, titik nyala aspal suhu 339°C dengan titik bakar suhu 344°C, dan kehilangan berat aspal sebesar 0,0%. (2) hubungan campuran AC-WC menggunakan variasi kadar filler batu tabas pengujian marshall dan IKS, yaitu: (a) Stabilitas pada kadar filler batu tabas 0% dengan kadar aspal 6% meningkat dan memperoleh nilai tertinggi yaitu 1749,29 kg, lalu menurun hingga kadar aspal 7%, (b) Flow kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5,5% menurun dan memperoleh nilai terendah yaitu 1,64 mm, lalu meningkat hingga kadar aspal 7%, (c) MQ tertinggi diperoleh kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5,5% sebesar 1114,63 kg/mm, lalu kadar filler batu tabas 100% dengan kadar aspal 7% menurun hingga 301,21 kg/mm, (d) VIM aspal beton secara keseluruhan menurun seiring bertambahnya kadar aspal, (e) VMA aspal beton secara keseluruhan meningkat seiring bertambahnya kadar aspal, (f) VFA meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. (g) IKS tertinggi diperoleh pada campuran dengan kadar filler batu tabas 75% kadar aspal 6,5% yaitu 98,18%.

Kata-kata kunci: batu tabas, kadar filler, AC-WC, parameter marshall, IKS

Abstract: Decreased durability of the pavement layer, especially the flexible pavement due to the road surface is often submerged in water. Flexible pavement layers that are often damaged are AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) asphalt or wear layers. The quality of asphalt concrete can be improved using filler as filler material into the mixture. Tabas rock waste is used as filler to help the performance of the concrete asphalt mixture, improve road quality and reduce the impact of environmental damage. Research objectives: (1) describe the characteristics of AC-WC concrete asphalt mixture. (2) the relationship between asphalt content with variations in the content of tabas rock marshall testing and IKS. The results of the study: (1) the characteristics of AC-WC concrete asphalt mix material which include: (a) the specific gravity of coarse aggregate 2.64, fine aggregate 2.29 & tabas stone filler 3.08, absorption of coarse aggregate 2.39% and aggregate fine 1.48%, and gross aggregate wear 29.02%. (b) asphalt density 1.03, asphalt penetration 66.55 mm, asphalt softening point 50.5 ° C, asphalt ductility 130.33 cm, asphalt flashpoint temperature 339 ° C with firing point temperature 344 ° C, and loss asphalt weight of 0.0%. (2) the relationship of AC-WC mixture using variations in the content of tabas rock marshall testing and IKS, namely: (a) Stability at 0% tabas stone content with 6% asphalt content increased and obtained the highest value of 1749.29 kg, then decreased to asphalt content of 7%, (b) Flow of 75% tabas rock filler with 5.5% asphalt content decreased and obtained the lowest value of 1.64 mm, then increased to asphalt content of 7%, (c) the highest MQ obtained by filler content 75% tabas stone with 5.5% asphalt content of 1114.63 kg / mm, then 100% tabas stone content with 7% asphalt content decreased to 301.21 kg / mm, (d) the overall concrete bitumen VIM decreased increasing asphalt content, (e) VMA asphalt concrete as a whole increases with increasing asphalt content, (f) VFA increases with increasing asphalt content. (g) The highest IKS was obtained in a mixture with 75% tabas rock filler content, 6.5% asphalt level, namely 98.18%.

Key words: tabas stone, filler content, AC-WC, marshall parameters, IKS

PENDAHULUAN

Lapisan AC-WC merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk tahan terhadap tekanan roda ban kendaraan, gaya geser, pengaruh cuaca, dan kedap air untuk lapisan di bagian bawah (Tahir, 2009). Aspal beton AC-WC yang direncanakan sebagai lapis perkerasan perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik pada campuran beraspal. Parameter yang ditinjau untuk mengetahui karakteristik suatu campuran beraspal yaitu parameter Marshall. Menurut Khuntia et al. (2014), pengujian Marshall merupakan sebagian dari prosedur desain campuran untuk mengoptimalkan desain kadar aspal dan mengontrol kualitas campuran beraspal. Uji Marshall dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran yaitu nilai-nilai stabilitas, flow, MQ, VIM, VMA, dan VFA. Parameter Indeks Kekuatan Sisa (IKS) merupakan pengujian yang dilakukan pada aspal beton yang bertujuan untuk menentukan tingkat durabilitas suatu campuran. Indeks Kuat Sisa menunjukkan besar kehilangan stabilitas akibat perendaman yang menggambarkan tingkat kerusakan oleh air.

Kualitas aspal beton dapat ditingkatkan dengan menggunakan filler sebagai bahan pengisi ke dalam campuran. Fungsi filler pada campuran aspal beton adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, meningkatkan daya ikat aspal beton serta meningkatkan stabilitas dari campuran aspal beton (Zulhazli et al., 2016). Menurut Intara et al. (2013) di Bali terdapat banyak usaha kerajinan menggunakan batu tabas untuk diolah menjadi hiasan maupun ornamen pada bangunan tradisional Bali. Limbah batu tabas yang dihasilkan dari usaha kerajinan yang terdapat di sepanjang daerah perbatasan Denpasar dan Gianyar hingga tahun 2019 telah mencapai sekitar 96 ton. Batu tabas

dimanfaatkan sebagai filler atau bahan pengisi untuk membantu kinerja pada campuran aspal beton, meningkatkan kualitas jalan dan mengurangi dampak kerusakan lingkungan akibat limbah yang tidak diolah dengan maksimal.

METODE

Agregat diperoleh dari AMP (*Asphalt Mix Plant*) PT. Piranti Utomo Makmur kabupaten Malang. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian adalah agregat yang tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm). Agregat halus terdiri dari kerikil sisa pecahan batu dan pasir alam yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm) (Spesifikasi Umum, 2018). Limbah batu tabas diperoleh dari industri pengrajin patung di kabupaten Karangasem, sedangkan semen yang digunakan adalah Portland Cement. Filler batu tabas dan semen sebagai bahan pengisi pada campuran benda uji harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Aspal yang digunakan adalah aspal dari PT. Pertamina dengan penetrasi 60/70 sebagai campuran untuk pembuatan benda uji aspal beton.

Pemeriksaan agregat dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat sebelum digunakan dalam pembuatan benda uji. Berikut adalah beberapa pengujian agregat yang akan dilakukan.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar berdasarkan SNI 1969-2008.
 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus SNI 1970-2008.
 3. Pengujian Abrasi dengan Los Angeles dilaksanakan sesuai dengan SNI 2417-2008.
 4. Bahan pengisi atau filler dari batu tabas perlu dilakukan pengujian berat jenis filler berdasarkan SNI 15-2531-1991.
- Pemeriksaan aspal yang digunakan dalam

pembuatan benda uji adalah aspal dengan penetrasi 60/70. Berikut merupakan pengujian-pengujian aspal.

1. Penetrasi Bahan Bitumen berdasarkan SNI 2456-2011.
2. Pengujian Berat Jenis dilakukan sesuai dengan SNI 2441-2011.
3. Pengujian Titik Lembek berdasarkan SNI 2434-2011.
4. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleveland Open Cup SNI 2433-2011.
5. Pengujian Daktilitas berdasarkan SNI 2432-2011.
6. Pengujian Kehilangan Berat dilakukan sesuai dengan SNI 06-2440-1991.

Kadar aspal untuk benda uji sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%. Kadar filler batu tabas sebagai pengganti sebagian semen yang direncanakan pada pembuatan benda uji aspal beton AC-WC adalah 0% (semen 100%), 25% (semen 75%), 50% (semen 50%), 75% (semen 25%) dan 100% (semen 0%) sehingga setiap kadar aspal memiliki lima variasi kadar filler. Benda uji yang dibuat pada penelitian ini adalah aspal beton AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course). Stabilitas benda uji untuk pengujian IKS dengan perendaman dalam waterbath selama 24 jam dengan suhu 60°C akan dibandingkan dengan benda uji pada perendaman 30 menit dari pengujian Marshall yang menghasilkan nilai stabilitas tertinggi.

Pengujian untuk mengetahui nilai IKS dilakukan dengan cara perendaman benda uji dengan variasi kadar aspal dan filler ke dalam water bath pada suhu 60°C selama 30 menit dan 24 jam untuk memperoleh nilai stabilitas sisa. Menurut Ambarwati & Arifin (2009) nilai stabilitas Marshall yang didapat dari kedua perendaman tersebut akan ditentukan besar

nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Marshall dengan menggunakan Persamaan 1 dibawah ini.

$$IKS = \frac{S_2}{S_1} \times 100$$

Dimana:

- S1 = Nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama 30 menit (kg)
 S2 = Nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama 24 jam (kg)
 IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

HASIL

1. Pengujian Agregat Kasar, Halus, Filler, dan Aspal

a) Pengujian Agregat Kasar, Halus, dan Filler

Bahan agregat yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji dilakukan pengujian terlebih dahulu sehingga dapat diketahui bahwa bahan tersebut layak digunakan. Berikut ini adalah hasil pengujian agregat yang terdapat pada Tabel 1.

Hasil pengujian agregat kasar, halus dan filler dari Tabel 1 di atas diperoleh nilai berat jenis SSD agregat kasar sebesar 2,64 dan penyerapan agregat kasar 2,39%. Nilai keausan agregat pada pengujian Los Angeles diperoleh sebesar 29,02% dari nilai maksimal 40% sehingga agregat kasar dapat digunakan pada campuran beraspal.

Berat jenis filler yang diuji perbandingan semen PC dan batu tabas dengan variasi kadar batu tabas 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil pengujian berat jenis filler BT 0% (semen PC 100%) diperoleh sebesar 3,03, BT 25% sebesar 3,122, BT 50% sebesar 3,033, BT 75% sebesar 3,02, dan BT 100% sebesar 3,08.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Agregat Kasar, Halus dan Filler

Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Berat jenis agregat kasar	SNI 1969-2008	Berat Jenis Bulk = 2,58	Min 2,5
		Berat Jenis SSD = 2,64	
		Berat Jenis Semu = 2,75	
Penyerapan agregat kasar (%)	SNI 1969-2008	= 2,39	Max 3
Berat jenis agregat halus	SNI 1970-2008	Berat Jenis Bulk = 2,26	-
		Berat Jenis SSD = 2,29	
		Berat Jenis Semu = 2,34	
Penyerapan agregat halus (%)	SNI 1970-2008	= 1,48	-
Keausan (%)	SNI 2417-2008	= 29,02	Max 40
Berat Jenis Filler Portland Cement (BT 0%)	SNI 03-2531-1991	= 3,03	-
Berat Jenis Filler Batu Tabas (BT 100%)		= 3,08	
BT 25%	SNI 03-2531-1991	= 3,122	
BT 50%		= 3,033	
BT 75%		= 3,02	

b) Pengujian Aspal

Aspal yang akan digunakan harus dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui aspal yang digunakan dalam campuran sesuai dengan standar yang ditentukan. Berikut merupakan hasil pengujian aspal yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Aspal

Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Berat Jenis	SNI 06-2441-2011	1,03	$\geq 1,0$
Penetrasi (mm)	SNI 06-2456-2011	66,55	60-70
Titik lembek ($^{\circ}\text{C}$)	SNI 06-2434-2011	50,5	≥ 48
Daktalitas (cm)	SNI 06-2432-2011	130,33	≥ 100
Titik Nyala dan Titik Bakar ($^{\circ}\text{C}$)	SNI 06-2433-2011	Titik nyala = 339 Titik bakar = 344	≥ 232
Kehilangan berat (%)	SNI 06-2440-1991	0,0	$\leq 0,8$

Hasil pengujian pada Tabel 2 sebelumnya diperoleh berat jenis aspal senilai 1,03. Nilai yang diperoleh dari pengujian penetrasi aspal senilai 66,55 mm. Nilai titik lembek aspal diperoleh suhu 50,5 $^{\circ}\text{C}$. Hasil pengujian daktalitas berupa nilai rata-rata yaitu sebesar 130,33 cm. Hasil pengujian titik nyala berada pada suhu 339 $^{\circ}\text{C}$ sedangkan titik bakar berada pada suhu 344 $^{\circ}\text{C}$. Hasil pengujian kehilangan berat aspal sebesar 0,0%. Seluruh hasil pengujian aspal telah memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan.

2. Pengujian Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa

a) Pengujian Marshall

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil berupa nilai stabilitas, flow, MQ, VIM, VMA, VFA. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3 sampai dengan Tabel 8.

Stabilitas adalah kemampuan lapis permukaan aspal dalam menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram atau pound. Stabilitas cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal hingga mencapai nilai maksimum, lalu stabilitas akan menurun.

Tabel 3. Nilai Stabilitas Aspal Beton AC-WC

% Kadar Filler Batu Tabas	STABILITAS (kg)					Spesifikasi Minimal
	% Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran					
	5	5,5	6	6,5	7	
0%	1716,92	1740,77	1749,29	1463,71	1364,00	800 kg
25%	1678,36	1737,46	1691,36	1629,28	1518,96	
50%	1727,98	1725,32	1726,2	1590,81	1566,44	
75%	1653,24	1661,72	1670,91	1572,28	1531,68	
100%	1654,6	1667,82	1678,49	1620,27	1318,56	

Nilai stabilitas yang terdapat pada Tabel 3 di atas diperoleh nilai tertinggi dari benda uji dengan kadar filler batu tabas 0% (semen 100%) dengan kadar aspal 6% yaitu sebesar 1749,29 kg, sedangkan nilai terendah diperoleh benda uji dengan kadar filler batu tabas 100% pada kadar aspal 7% yaitu sebesar 1318,56 kg. Nilai stabilitas mengalami penurunan pada kadar aspal 7% karena kandungan bitumen yang tinggi pada campuran sehingga menyebabkan benda uji menjadi lebih plastis. Hasil nilai stabilitas secara keseluruhan benda uji telah memenuhi syarat Bina Marga (2018), yaitu minimal 800 kg.

Flow merupakan besar deformasi yang terjadi di awal pembebanan hingga stabilitas menurun yang menunjukkan besar deformasi dari campuran perkerasan akibat menerima beban yang bekerja. Nilai flow/kelelahan yang terdapat pada Tabel 4 di atas diperoleh nilai terendah dari benda uji pada kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5,5% yaitu 1,64 mm, sedangkan nilai tertinggi diperoleh benda uji dengan kadar filler batu tabas 100% pada kadar aspal 7% yaitu 4,88 mm. Kandungan bitumen yang tinggi pada campuran akan menyebabkan aspal beton menjadi lebih plastis/lentur saat menerima beban lalu lintas. Hasil nilai flow sebagian besar benda uji telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga (2018), yaitu minimal 2 mm dan maksimal 4 mm.

Tabel 4. Nilai Flow Aspal Beton AC-WC

% Kadar Filler Batu Tabas	FLOW (mm)					Spesifikasi	
	% Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran					Min.	Max.
	5	5,5	6	6,5	7		
0%	2,74	2,06	2,15	2,86	3,25	2 mm	4 mm
25%	2,66	2,29	2,33	3,3	3,9		
50%	2,36	1,86	2,1	2,36	2,41		
75%	2,03	1,64	2,39	2,1	2,99		
100%	2,07	2,46	2,55	2,64	4,88		

Tabel 5. Nilai MQ Aspal Beton AC-WC

% Kadar Filler Batu Tabas	MQ (kg/mm)					Spesifikasi	
	% Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran					Min.	Max.
	5	5,5	6	6,5	7		
0%	626,23	849,99	829,44	527,26	455,74	-	-
25%	635,86	761,53	730,5	495,89	396,1		
50%	761,79	936,14	836,32	694,83	663,36		
75%	817,79	1114,63	707,66	750,08	521,27		
100%	821,00	680,04	662,10	618,63	301,21		

MQ (Marshall Quotient) diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang telah dikoreksi terhadap nilai kelelahan (flow) dan dinyatakan dalam satuan kg/mm atau kN/mm. Hasil nilai MQ yang terdapat pada Tabel 5 diperoleh nilai tertinggi dari benda uji pada kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5,5% yaitu 1114,63 kg/mm, kemudian pada kadar filler batu tabas 100% dengan kadar aspal 7% mengalami penurunan hingga mencapai 301,21 kg/mm. Benda uji dengan variasi kadar aspal berdasarkan variasi kadar filler batu tabas akan mengalami penurunan pada kadar aspal 6% akibat kandungan bitumen pada campuran yang tinggi sehingga stabilitas mengalami penurunan dan flow meningkat.

VMA (Void in Mineral Aggregate) merupakan rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang telah dipadatkan, termasuk rongga udara dan rongga yang terisi aspal efektif. Nilai VMA pada Tabel 7 diperoleh nilai tertinggi dari benda uji pada kadar filler batu tabas 100% dengan kadar aspal 7% yaitu sebesar 16,01%, sedangkan nilai VMA terendah diperoleh benda uji pada kadar filler batu tabas 50% dengan kadar aspal 5% yaitu sebesar 13,02%. Nilai VMA pada aspal beton yang menggunakan variasi kadar filler batu tabas secara keseluruhan mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal. Nilai minimal VMA menurut Bina Marga (2018) adalah 14%

Tabel 6. Nilai VIM Aspal Beton AC-WC

% Kadar Filler Batu Tabas	VIM (%)					Spesifikasi	
	% Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran					Min.	Max.
	5	5,5	6	6,5	7		
0%	4,16	4,47	4,03	3,69	3,31		
25%	4,61	4,73	4,33	3,58	3,26		
50%	4,38	4,46	4,37	3,09	3,34	3%	5%
75%	4,74	4,46	4,02	3,56	3,25		
100%	4,54	4,56	3,99	3,49	3,44		

VIM (Void in Mixture) merupakan rongga udara yang dihasilkan dan ditentukan oleh susunan partikel agregat pada campuran serta ketidakseragaman bentuk dan ukuran agregat. Nilai VIM yang terdapat pada Tabel 6 diperoleh nilai tertinggi dari benda uji yang menggunakan kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5% yaitu sebesar 4,74%, sedangkan nilai VIM terendah diperoleh pada benda uji yang menggunakan kadar filler batu tabas 50% dengan kadar aspal 6,5% yaitu sebesar 3,09%. Nilai VIM menurut spesifikasi dari Bina Marga (2018), yaitu minimal 3% dan maksimal 5%.

Besar nilai VFA (Void Filled with Asphalt) dapat mempengaruhi kedekatan suatu campuran terhadap pengaruh udara dan air. Nilai VFA pada Tabel 8 diperoleh nilai tertinggi dari benda uji pada kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 7% yaitu sebesar 87,34%, sedangkan nilai VFA terendah diperoleh pada kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5% yaitu sebesar 76,27%. Campuran yang menggunakan variasi kadar filler batu tabas mampu menghasilkan nilai VFA yang meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dimana bitumen pada filler mampu mengisi pori-pori dalam campuran aspal beton padat.

Tabel 7. Nilai VMA Aspal Beton AC-WC

% Kadar Filler Batu Tabas	VMA (%)					Spesifikasi
	% Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran					Minimal
	5	5,5	6	6,5	7	
0%	12,82	14,07	14,64	15,29	15,89	
25%	13,24	14,32	14,92	15,21	15,87	
50%	13,02	14,07	14,94	14,76	15,92	14%
75%	13,34	14,06	14,63	15,17	15,84	
100%	13,17	14,17	14,61	15,12	16,01	

Tabel 8. Nilai VFA Aspal Beton AC-WC

% Kadar Filler Batu	VFA (%)					Spesifikasi Minimal
	Tabas	% Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran				
	5	5,5	6	6,5	7	
0%	79,92	78,87	82,16	84,6	87,04	65%
25%	77,29	77,94	80,69	85,23	87,3	
50%	78,47	78,92	80,25	88,24	86,86	
75%	76,27	78,95	82,23	85,37	87,34	
100%	77,48	78,34	82,4	85,74	86,3	

b) Pengujian Indeks Kekuatan Sisa

Hasil dari nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) dengan variasi kadar filler batu tabas diperoleh nilai-nilai stabilitas dari perendaman 30 menit dan perendaman 24 jam di dalam waterbath dengan suhu 60°C yang dapat dilihat pada Tabel 9.

IKS (Indeks Kekuatan Sisa) ditentukan untuk mengevaluasi ketahanan campuran aspal beton terhadap pengrusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan efisiensi daya adhesi dari bahan ikat dan agregat awal (Ambarwati, dkk., 2009). Nilai IKS dari Tabel 9 di atas diperoleh

Tabel 9. Hasil Nilai Indeks Kekuatan Sisa

Kadar Filler	Kadar Aspal (%)	Stabilitas		IKS (%)
		Perendaman 30 Menit	Perendaman 24 Jam	
a	b	c	d	e = d/c x100
FBT 0%	5	1917,74	1480,18	77,18
FBT 0%	5,5	1866,98	1668,43	89,36
FBT 0%	6	1786,94	1636,17	91,56
FBT 0%	6,5	1497,53	1419,13	94,76
FBT 0%	7	1509,67	1400,23	92,75
FBT 25%	5	1734,51	1632,37	94,11
FBT 25%	5,5	1766,72	1536,07	86,94
FBT 25%	6	1732,96	1627,54	93,92
FBT 25%	6,5	1728,98	1547,77	89,52
FBT 25%	7	1539,55	1438,03	93,41
FBT 50%	5	1782,11	1607,11	90,18
FBT 50%	5,5	1771,02	1633,56	92,24
FBT 50%	6	1780,40	1600,46	89,89
FBT 50%	6,5	1714,49	1530,09	89,24
FBT 50%	7	1595,24	1349,75	84,61
FBT 75%	5	1685,64	1488,96	88,33
FBT 75%	5,5	1713,17	1576,03	91,99
FBT 75%	6	1775,46	1507,37	84,90
FBT 75%	6,5	1632,99	1603,22	98,18
FBT 75%	7	1565,88	1468,71	93,79
FBT 100%	5	1713,31	1575,65	91,97
FBT 100%	5,5	1763,87	1510,47	85,63
FBT 100%	6	1826,28	1657,74	90,77
FBT 100%	6,5	1641,47	1475,71	89,90
FBT 100%	7	1534,03	1391,46	90,71

nilai terendah dihasilkan pada campuran yang menggunakan kadar filler batu tabas 100% dengan kadar aspal 5% yaitu sebesar 77,18% sehingga campuran mengalami kerusakan sebesar 22,82%, sedangkan nilai IKS tertinggi diperoleh pada campuran yang menggunakan kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 6,5% yaitu sebesar 98,18% yang mengalami kerusakan yang dialami sebesar 1,82%. Dari 25 benda uji yang dilakukan pengujian IKS, sebanyak 14 buah benda uji telah memenuhi syarat dimana benda uji tersebut mampu menahan kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air. Syarat nilai IKS yang ditentukan oleh Bina Marga (2018) adalah minimal 90%.

PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan Campuran AC-WC

Hasil pengujian agregat kasar diperoleh berat jenis SSD agregat kasar 2,64 dan nilai penyerapan agregat kasar 2,39%. Hasil pengujian agregat halus diperoleh berat jenis SSD agregat halus 2,29 dan nilai penyerapan agregat halus 1,48%. Hasil pengujian berat jenis filler batu tabas pada kadar 0% (semen PC) sebesar 3,03, kadar 25% sebesar 3,122, kadar 50% sebesar 3,033, kadar 75% sebesar 3,02, dan kadar 100% sebesar 3,08.

Hasil pengujian aspal diperoleh berat jenis aspal 1,03, nilai penetrasi aspal 66,55 mm, titik lembek aspal diperoleh suhu 50,5°C, daktilitas aspal diperoleh sebesar 130,33 cm, titik nyala aspal pada suhu 339°C dengan titik bakar aspal pada suhu 344°C, dan nilai kehilangan berat aspal sebesar 0,0%. Hasil seluruh pengujian aspal tersebut telah memenuhi syarat dari Bina Marga (2018).

2. Hubungan antara Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Filler Batu Tabas ditinjau dari Parameter Marshall dan IKS

a) Stabilitas

Kadar filler batu tabas 0% dengan kadar aspal

6% memperoleh nilai stabilitas tertinggi yaitu 1749,29 kg. Nilai stabilitas dari seluruh benda uji pada tabel mengalami peningkatan hingga kadar aspal 6%, lalu mengalami penurunan hingga kadar aspal 7%. Hal ini dikarenakan benda uji aspal beton dengan kandungan variasi kadar filler batu tabas pada kadar aspal 7% mengandung lebih banyak bitumen sehingga campuran mengalami bleeding/lembek.

b) Flow

Kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 5,5% memperoleh nilai flow terendah yaitu 1,64 mm, kemudian nilai tertinggi diperoleh pada kadar filler batu tabas 100% dengan kadar aspal 7% meningkat hingga mencapai nilai 4,88 mm. Nilai flow mempengaruhi kemampuan campuran aspal beton dalam menerima lendutan secara berulang sehingga terjadi alur (rutting) dan retak yang diakibatkan oleh repetisi beban tanpa mengalami kelelahan.

c) MQ (Marshall Quotient)

Nilai MQ mempengaruhi kekuatan dan fleksibilitas sehingga campuran beraspal yang memiliki nilai MQ tinggi bersifat lebih kaku dan mudah mengalami keretakan, sedangkan campuran yang memiliki nilai MQ rendah bersifat lebih lentur sehingga mudah mengalami perubahan bentuk saat menerima beban.

d) VIM (Void in Mixture)

VIM menentukan tingkat keawetan campuran karena campuran aspal beton yang menghasilkan nilai VIM rendah akan lebih kedap air dan rapat dibandingkan dengan nilai VIM tinggi pada campuran aspal beton yang memiliki pori bersesungguhnya campuran tidak terlalu kedap air.

e) VMA (Void in Mineral Aggregate)

Nilai VMA pada aspal beton secara keseluruhan mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal. Jika nilai VMA yang dihasilkan tinggi, maka volume pori yang ter

isipada agregat dalam campuran besar sehingga ikatan antar agregat semakin kuat dan rongga dalam campuran aspal beton semakin kecil.

f) VFA (Void Filled with Asphalt)

Campuran yang menggunakan variasi kadar filler batu tabas mampu menghasilkan nilai VFA yang meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dimana bitumen pada filler mampu mengisi pori-pori dalam campuran aspal beton padat.

g) IKS (Indeks Kekuatan Sisa)

Nilai IKS terendah dihasilkan pada campuran yang menggunakan kadar filler semen 100% dengan kadar aspal 5% yaitu sebesar 77,18% sehingga campuran mengalami kerusakan sebesar 22,82%, sedangkan nilai IKS tertinggi diperoleh pada campuran yang menggunakan kadar filler batu tabas 75% dengan kadar aspal 6,5% yaitu sebesar 98,18% sehingga kerusakan yang dialami sebesar 1,82%. Hasil pengujian IKS yang diperoleh dari 25 benda uji pada campuran variasi kadar filler batu tabas dengan variasi kadar aspal, sebanyak 14 benda uji telah memenuhi syarat Direktorat Jendral Bina Marga (2018) yaitu minimal sebesar 90%.

SIMPULAN

Nilai stabilitas pada campuran aspal beton AC-WC mengalami penurunan pada kadar aspal 7% karena kandungan bitumen yang tinggi pada campuran. Flow/kelelehan yang memiliki kandungan bitumen tinggi pada campuran sehingga menyebabkan aspal beton menjadi lebih plastis/lentur saat menerima beban lalu lintas. MQ (Marshall Quotient) menurun pada kadar aspal 6% akibat kandungan bitumen pada campuran yang tinggi sehingga stabilitas mengalami penurunan dan flow meningkat. VIM (Void in Mixture) menurun seiring bertambahnya kadar aspal. Filler batu tabas mampu mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran lebih padat dan kedap air.

VMA (Void in Mineral Aggregate) meningkat seiring bertambahnya kadar aspal karena filler mampu mengisi rongga-rongga antar agregat dalam campuran sehingga ikatan antar agregat semakin kuat dan rongga dalam campuran aspal beton semakin kecil. VFA (Void Filled with Asphalt) meningkat seiring bertambahnya aspal dimana bitumen pada filler mampu mengisi rongga-rongga antar agregat sehingga selimut aspal semakin tebal. Dari 25 benda uji yang dilakukan pengujian IKS, sebanyak 14 buah benda uji telah memenuhi syarat dimana benda uji tersebut mampu menahan kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air.

DAFTAR RUJUKAN

- Ambarwati, L. & Z. Arifin. 2009. Campuran Hot Rolled Sheet (HRS) Dengan Material Piropilit Sebagai Filler yang Tahan Hujan Asam. Teknik Sipil. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ambarwati, L., et al. 2009. Pengaruh Kadar Abu Batubara Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada Campuran Hot Rolled Sheet (HRS). Teknik Sipil. Malang: Universitas Brawijaya.
- Bina Marga. 2018. Divisi 6 Perkerasan Aspal. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Intara, I., et al. 2013. Penggunaan Serbuk Batu Tabas Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton. Spektran 1.
- Khuntia, S., et al. 2014. Prediction Of Marshall Parameters Of Modified Bituminous Mixtures Using Artificial Intelligence Techniques. Transportation Science And Technology 3, 211-228.
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar.
- SNI 06-2440-1991. Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal.
- SNI 1969-2008. Metode Pengujian Berat

- Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 1970-2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 2417-2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.
- SNI 2432-2011. Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal.
- SNI 2434-2011. Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin dan Bola.
- SNI 2441-2011. Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.
- SNI 2433-2011. Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar.
- SNI 2456-2011. Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen.
- Sukirman, S. 2003. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Sunartha, I. K. 2004. Pengaruh Penggunaan Serbuk Batu Tabas (Scoriae Basaltik) Sebagai Filler Dalam Campuran Lataston. Teknik Sipil. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Tahir, A. 2009. Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara. SMARTek 7: 256-278.
- Tahir, A. and A. Setiawan. 2009. Kinerja Durabilitas Beton Aspal Ditinjau Dari Faktor Variasi Suhu Pematatan dan Lama Perendaman. SMARTek 7: 45-61.
- Zulfhazli, et al. 2016. Penggunaan Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton (AC-BC). Aceh: Universitas Malikussaleh.