

PENGUNAAN ASPAL KARET PADA CAMPURAN PERKERASAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC-BC)

ELSA EKA PUTRI^{1*}, ARIALDE KASPARI¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang, Sumatra Barat, Indonesia

*Corresponding Author : ✉ elsaeka@eng.unand.ac.id

Naskah diterima : 16 April 2023. Disetujui: 21 Mei 2023. Diterbitkan : 30 Mei 2023

ABSTRAK

Aspal karet adalah aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan penambahan bahan aditif berupa karet alam dan dapat menjadi alternative untuk perkerasan lentur (Kurniadji, 1999). Penambahan karet alam (lateks) bertujuan untuk meningkatkan kualitas campuran aspal dan membantu pemanfaatan karet alam (lateks) yang ketersediannya cukup banyak di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai parameter Marshall pada perkerasan Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC) dengan menggunakan bahan pengikat aspal karet 7%. Pengujian Marshall dilakukan di laboratorium Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Barat. Ada lima parameter Marshall yang diuji berdasarkan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu Stabilitas, Void in Mixture, Void Filled with Asphalt, Void in Mineral Aggregate, dan Marshall Quotient. Pada penelitian ini diperoleh hasil nilai stabilitas tertinggi terdapat pada kadar aspal 6% sebesar 1290,0 kg. Nilai VFB tertinggi adalah kadar 6,5% sebesar 78,26. Sedangkan nilai Marshall Quotient tertinggi berapa pada kadar 6,5% sebesar 280,980. Sehingga dapat disimpulkan penggunaan aspal karet 7% pada perkerasan AC-BC diperoleh pada kadar aspal 6.5%.

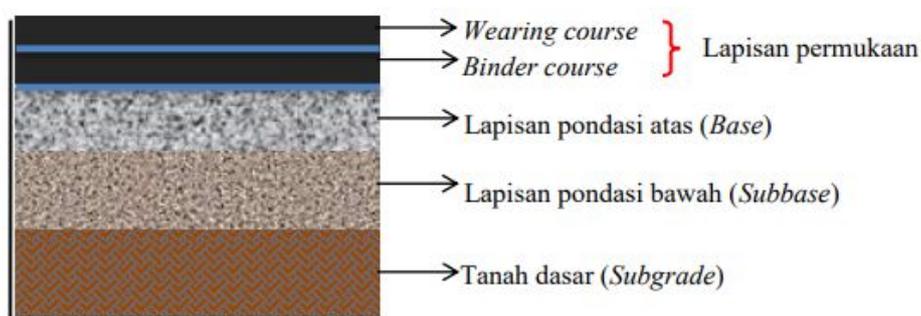
Kata kunci : Marshall Test, Aspal Karet 7%, Asphalt Concrete-Binder Course

1. PENDAHULUAN

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat (Sukirman,1999). Perkerasan lentur terbentuk dari beberapa lapisan yang dirancang untuk dapat menahan beban dan mengikuti deformasi permukaan jalan (Ramadhan, 2014).

Lapisan perkerasan yang dipilih pada penelitian ini adalah perkerasan Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC). Perkerasan Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC) merupakan perkerasan yang digunakan sebagai lapisan permukaan bawah dan bertujuan untuk menopang beban lalu lintas dan melindungi lapisan perkerasan yang lebih dalam. Lapisan

tersebut tidak terpengaruhi langsung oleh cuaca, tetapi harus memiliki ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan beban lalu lintas.



Gambar 1. Lapisan Perkerasan Lentur (Sumber: Romadhona, 2014)

Aspal adalah bahan pengikat agregat pada suatu perkerasan jalan yang memberikan stabilitas struktural (Kerbs and Walker, 1971). Di Indonesia, campuran aspal mulai dimodifikasi dengan komponen zat lainnya. Bahan aditif yang mulai dimanfaatkan pada penggunaan aspal adalah karet alam (lateks). Pada penelitian ini, digunakan aspal karet dengan kadar 7% yang diproduksi oleh PT. Bumi Mulia Perkasa.

Aspal karet adalah bentuk aspal modifikasi yang ditambahkan bahan aditif berupa karet alam dan menjadi alternatif yang dihadirkan dalam perencanaan perkerasan lentur (Kurniadji, 1999). Penambahan karet alam (lateks) bertujuan untuk meningkatkan kualitas campuran aspal dan membantu pemanfaatan karet alam (lateks) yang ketersediannya cukup banyak di Indonesia. Penggunaan aspal karet di Indonesia telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan aspal konvensional, seperti kemampuan untuk mengurangi suara dan getaran kendaraan, serta daya tahan yang lebih baik terhadap retakan dan deformasi. Namun, meskipun penggunaan aspal karet semakin populer di Indonesia, masih ada beberapa kendala yang harus diatasi, seperti biaya yang lebih tinggi dari aspal konvensional.

Indonesia termasuk kedalam negara dengan penghasil karet terbesar didunia bersaing dengan negara Thailand (Pusari & Haryanti, 2014). Produksi karet yang melimpah diakibatkan oleh kelebihan supply dan diikuti dengan jatuhnya harga karet. Oleh sebab itu, pemerintah Indonesia mengeluarkan himbuan agar pemakaian aspal karet lebih dikembangkan lagi terkhusus pada proyek infrastruktur jalan.

Untuk melihat kesesuaian suatu perkerasan jalan dengan penambahan karet pada bahan pengikatnya, maka dilakukanlah penelitian ini yang bertujuan untuk melihat karakteristik Marshall pada lapis perkerasan Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC) dengan aspal karet 7% yang sesuai dengan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Material

Material yang digunakan pada penelitian ini berupa aspal karet dengan kadar 7%. Diproduksi dari PT. Bumi Mulia Perkasa yang berlokasi di Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Untuk mempermudah penulisan, maka selanjutnya aspal karet kadar 7% akan disingkat dengan AK7. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Pelaksanaan Jalan Nasional

III Padang. Agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, sedang, dan halus. Agregat berasal dari PT. Pobana yang berlokasi di Pangkalan, provinsi Riau. Kemudian semen juga digunakan sebagai filler dalam campuran perkerasan.

2.2. Metodologi

Pengujian pertama yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah pengujian agregat dan pengujian properties AK7. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kelayakan dalam memenuhi standar spesifikasi yang telah ditentukan. Spesifikasi yang digunakan adalah Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

Sebelum memulai proses pencampuran, terlebih dahulu melakukan perhitungan kadar aspal teoritis (KAT). Persentase kadar aspal teoritis (KAT) akan menjadi acuan untuk variasi kadar AK7. Cara menentukan variasi kadar AK7 adalah melakukan pengurangan dan penambahan sebesar 0,5% dan 1% dari persentase kadar aspal teoritis (KAT). Penelitian ini menggunakan lima buah variasi, dimana masing-masing mempunyai tiga sampel yang ditandai dengan penomoran I, II, dan III. Maka total sampel yang akan diuji untuk melihat parameter Marshallnya berjumlah 15 buah.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Uji Parameter Marshall. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai Stabilitas dan kelelahan (Flow). Kemudian dilakukan perhitungan menurut standar dan ketentuan yang diterapkan. Hasil lain yang akan didapat dari proses perhitungan berupa Void in Mixture (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), Void Filled with Bitumen/Asphalt (VFB), dan Marshall Quotient (MQ). Semua parameter Marshall ini digunakan untuk menentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemeriksaan Material

Ada dua jenis agregat yang akan diuji, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Kemudian dilanjutkan dengan menguji kelekatan, keausan, dan kekuatan agregat.

Dokumentasi pemeriksaan agregat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemeriksaan Agregat

Berikut hasil pemeriksaan agregat yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Nilai	Standar	Spesifikasi	Keterangan	
1	Agregat Kasar						
	Berat jenis kering	gr/cc	2,562	SNI 1969 : 2008	≥2,5	Memenuhi	
	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan	gr/cc	2,718	SNI 1969 : 2008	≥2,5	Memenuhi	
	Berat Jenis Semu	gr/cc	2,780	SNI 1969 : 2008	-	Memenuhi	
	Penyerapan	%	1,314	SNI 1969 : 2008	Maks 3%	Memenuhi	
	Berat jenis Agregat	gr/cc	2,682	SNI 1969 : 2008	Min 2,5	Memenuhi	
2	Agregat Halus						
	Berat jenis kering	gr/cc	2,549	SNI 1970 : 2008	≥2,5	Memenuhi	
	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan	gr/cc	2,647	SNI 1970 : 2008	≥2,5	Memenuhi	
	Berat Jenis Semu	gr/cc	2,759	SNI 1970 : 2008	-	Memenuhi	
	Penyerapan	%	2,459	SNI 1970 : 2008	Maks 3%	Memenuhi	
	Berat jenis Agregat	gr/cc	2,584	SNI 1970 : 2008	Min 2,5	Memenuhi	
3	Kelekatatan Agregat terhadap Aspal	%	>95%	SNI 2439 : 2011	>95%	Memenuhi	
	4	Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles	%	13,110%	SNI 2479 : 2008	Maks 40%	Memenuhi
	6	Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan	%	2,75%	BS:812 : Part 112:1990	Maks 30%	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan agregat untuk semua pengujian memenuhi standar sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Revisi 2.

Beberapa properties yang akan diuji pada pemeriksaan AK7 adalah penetrasi pada 25 °C, titik lembek, daktilitas pada 25 °C, titik nyala, berat jenis, dan kehilangan berat.

Berikut hasil pemeriksaan AK7 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan AK7

No	Sifat Fisis Aspal	Satuan	Hasil	Standar	Spesifikasi	Keterangan
1	Penetrasi pada 25 °C	(0,1mm)	58,45	SNI 2456 : 2011	≥50	Memenuhi
2	Titik Lembek	°C	52,5	SNI 2434 : 2011	≥52°C	Memenuhi
3	Daktilitas pada 25°C	cm	>140	SNI 2432 : 2011	≥100°C	Memenuhi
4	Titik Nyala	°C	320	SNI 2433 : 2011	≥232°C	Memenuhi
5	Berat Jenis	gram	1,0164	SNI 2441 : 2011	≥1,00	Memenuhi
6	Kehilangan Berat	%	0,0856	SNI 06-2440 : 1991	<0,8%	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan AK7 untuk semua pengujian memenuhi standar sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Revisi 2.

Setelah melakukan pemeriksaan agregat dan AK7, maka pengujian selanjutnya adalah Berat jenis campuran maksimum. Hasil akhir yang diperoleh adalah berupa nilai GMM terkoreksi yang dihasilkan dari pengurangan berat wadah benda uji dalam air dengan berat wadah dalam air. Nilai GMM adalah nilai Berat Jenis Campuran Maksimum.

Dokumentasi pengujian berat jenis campuran maksimum dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pengujian Berat Jenis Campuran Maksimum

Berikut hasil pengujian berat jenis campuran maksimum yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Berat Jenis Campuran Maksimum

No.	Pengujian	Keterangan	Hasil pengujian AC-BC
1	Berat benda uji kering (gr)	A	1135,6
2	Berat wadah + benda uji dalam air (gr)	P	4428,9
3	Berat wadah dalam air (gr)	Q	3735,6
4	Berat benda uji dalam air (gr)	C = P - Q	672,4
5	G M M terkoreksi	A/(A-C)	2,452

3.2. Penentuan Gradasi Agregat

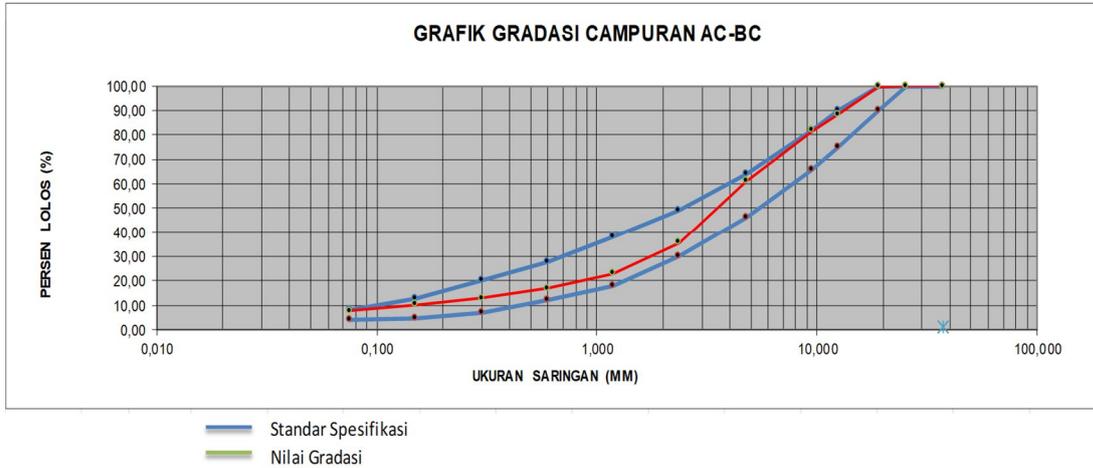
Metode yang digunakan untuk mendapatkan kadar agregat adalah dengan metode titik tengah, dimana berat agregat diperoleh dengan memilih nilai tengah dari spesifikasi campuran yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Penentuan kadar agregat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Gradasi Agregat Metoda Titik Tengah

Nomor Saringan	AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)	
	% lolos	spesifikasi
1 1/2"	-	-
1"	100	100
3/4"	99	90 - 100
1/2"	88	75 - 90
3/8"	81	66 - 82
#4	61	46 - 64
#8	35	30 - 49
#16	23	18 - 38
#30	16	12 - 28
#50	13	7 - 20
#100	10	5 - 13
#200	7	4 - 8
PAN	0	-

Berdasarkan Tabel 4, didapatkan kadar agregat dengan metode titik tengah untuk pencampuran sesuai dengan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

Grafik gradasi agregat dengan metode titik tengah dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Gradasi Agregat Metoda Titik Tengah

Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa gradasi agregat campuran AC-BC termasuk ke dalam gradasi baik. Penyebaran agregat yang merata dan tersebar sesuai nomor saringan.

3.3. Kadar Aspal Teoritis (KAT)

Setelah mengetahui gradasi dari agregat, maka perlu untuk menentukan kadar aspal teoritis yang dapat dihitung menggunakan metode Depkrimpraswil (2002) dengan persamaan :

$$P = 0.035 (\%CA) + 0.045 (\%FA) + 0,18 (FF) + K \quad (1)$$

Keterangan : P = Persen perkiraan kadar aspal FA = Proporsi fraksi agregat halus
 CA = Proporsi fraksi agregat kasar FF = Proporsi bahan pengisi
 K = Nilai konstanta

Maka nilai KAT yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah sebesar 6%. Kemudian dilakukan perhitungan variasi kadar AK7 dengan penambahan dan pengurangan sebesar 0,5% dan 1% terhadap nilai kadar aspal teoritis. Didapatkan nilai kadar AK7 sebanyak lima variasi yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dan akan digunakan untuk pengujian marshall.

3.4. Uji Marshall

Ada dua parameter yang akan diperoleh pada pengujian ini, yaitu Stabilitas dan kelehan (Flow). Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai VMA, VIM, VFB, dan MQ. Berikut dokumentasi Uji Marshall seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Uji Marshall

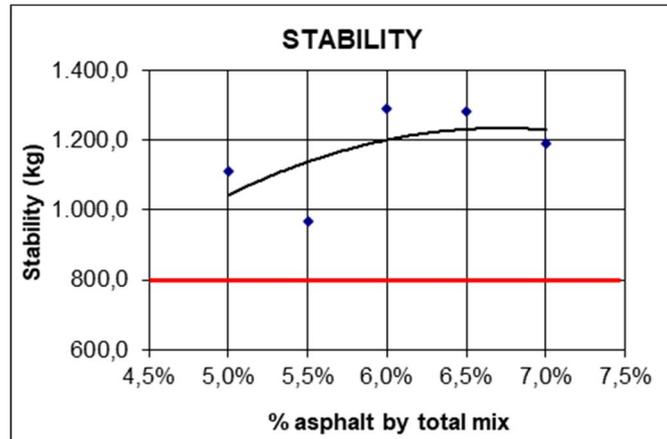
Hasil uji marshall dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Marshall dengan variasi kadar aspal campuran

Kadar Aspal	VMA	VIM	VFB	Stabilitas	Flow	MQ
5%						
I	17,07	6,53	61,73	1.132,10	4,10	
II	16,24	5,60	65,53	1.139,76	4,60	
III	17,53	7,06	59,75	1.067,27	4,10	
Rata-rata	16,947	6,395	62,338	1.113,0	4,27	260,87
5,5%						
I	16,54	5,44	67,12	901,49	4,50	
II	16,56	5,46	67,02	946,33	5,20	
III	16,79	5,72	65,94	1.055,92	4,50	
Rata-rata	16,63	5,54	66,69	967,9	4,73	204,49
6%						
I	15,66	3,93	74,89	1.464,41	5,10	
II	15,46	3,70	76,05	1.251,01	5,50	
III	15,06	3,25	78,42	1.154,54	4,20	
Rata-rata	15,392	3,628	76,452	1.290,0	4,93	261,48
6,5%						
I	15,86	3,65	76,98	1.293,86	5,00	
II	15,30	3,01	80,33	1.347,97	4,90	
III	15,78	3,56	77,45	1.207,61	3,80	
Rata-rata	15,649	3,406	78,255	1.283,1	4,57	280,98
7%						
I	16,531	3,90	76,39	1.181,04	4,40	
II	16,621	4,01	75,89	1.105,62	4,80	
III	15,957	3,24	79,68	1.281,13	4,50	
Rata-rata	16,370	3,717	77,322	1.189,3	4,567	260,42
Spesifikasi	Min. 14	3-5	Min. 65	Min. 800	2 - 4	Min. 250

Dari Tabel 5 dapat diketahui jika parameter Marshall mempunyai nilai yang beragam. Jika diperhatikan pada nilai kelelahan (Flow), maka didapat nilai yang tidak memenuhi standar spesifikasi dimana rentang nilainya berada pada 2 hingga 4.

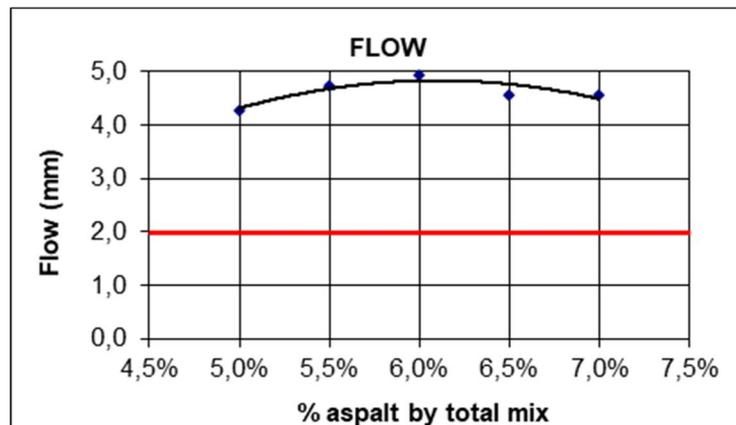
Grafik stabilitas dari pengujian Marshall dapat dilihat pada Gambar 6. Stabilitas merupakan ketahanan dan tingkat stability terhadap beban yang akan diterima.



Gambar 6. Grafik Stabilitas vs % Kadar AK7

Dari gambar 6 dapat disimpulkan bahwa semua nilai stabilitas memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Spesifikasi untuk stabilitas adalah ≥ 800 Kg. Nilai tertinggi terdapat pada kadar aspal campuran 6% dengan nilai 1290,0 kg. Untuk nilai stabilitas terendah dihasilkan pada kadar aspal campuran 5,5% dengan nilai 967,9 Kg.

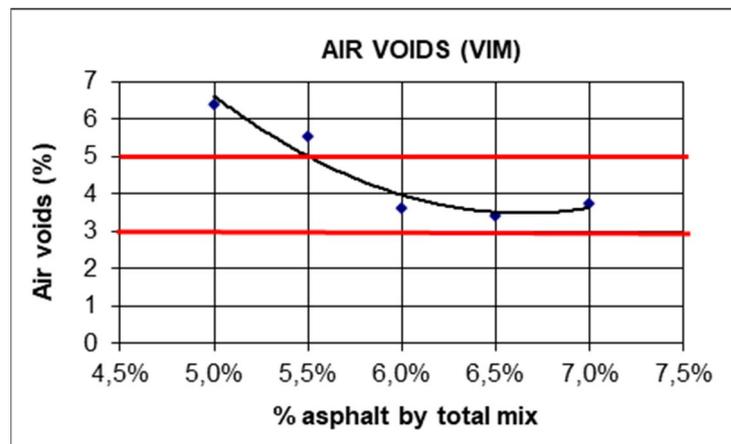
Grafik kelelahan (Flow) dari pengujian marshall dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Kelelahan vs % Kadar AK7

Dapat Gambar 7 dapat dilihat, nilai kelelahan tidak ada yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Dimana nilai spesifikasi kelelahan berada pada rentang 2 – 4 mm.

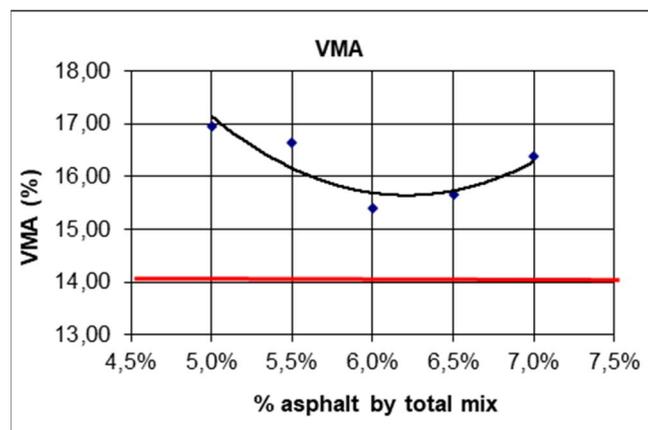
Hasil grafik nilai VIM dari pengujian Marshall dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik VIM vs % Kadar AK7

Berdasarkan Standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, nilai VIM dari campuran aspal AC-BC berada pada rentang antara 3% sampai 5%. Dari Gambar 9 dapat dilihat, bahwa nilai VIM yang memenuhi spesifikasi adalah kadar aspal campuran 6%, 6,5%, dan 7%. Sedangkan untuk kadar aspal campuran 5% dan 5,5% tidak memenuhi spesifikasi.

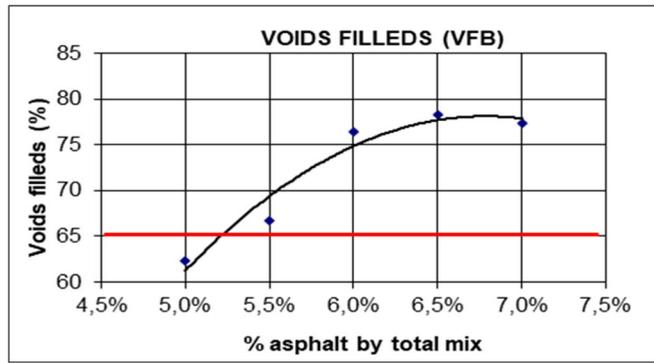
Grafik VMA dari pengujian marshall dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik VMA vs % Kadar AK7

Dari gambar 9 dapat disimpulkan bahwa semua nilai VMA memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Dimana standar spesifikasi nilai VMA adalah $\geq 14\%$.

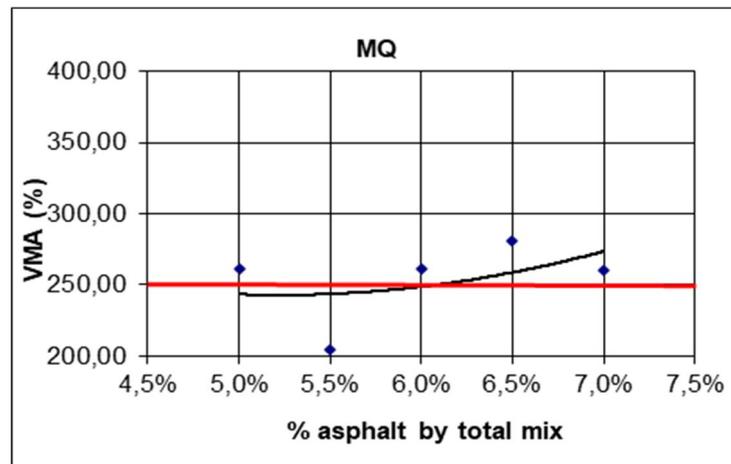
Grafik VFB dari pengujian marshall dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 10. Grafik VFB vs % Kadar AK7

Dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa terdapat satu kadar aspal campuran yang tidak memenuhi standar spesifikasi. Kadar aspal campuran 5% berada dibawah standar spesifikasi yaitu sebesar $\geq 65\%$.

Grafik Marshall Quotient dari pengujian marshall dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik MQ vs % Kadar AK7

Berdasarkan Standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, nilai MQ dari campuran aspal AC-BC yaitu > 250 kg/mm. Dari gambar dapat dilihat, bahwa kadar AK7 5,5% tidak memenuhi standar spesifikasi. Untuk kadar AK7 5%, 6%, 6,5%, dan 7% memenuhi standar spesifikasi.

Hasil uji parameter Marshall kemudian dirangkum dalam bentuk gambar, seperti yang terlihat pada Gambar 12.

Sifat-sifat Campuran	Rentang Kadar Aspal				
	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%
Stability	█	█	█	█	█
VIM	█	█	█	█	█
VFB	█	█	█	█	█
VMA	█	█	█	█	█
Flow	█	█	█	█	█
MQ	█	█	█	█	█
Rentang Kadar Aspal yang memenuhi semua syarat					

█ Memenuhi standar spesifikasi

Gambar 12. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Dari Gambar 12 dapat ditentukan bahwa nilai kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh berada pada rentang 6% - 7%. Pada rentang tersebut, ditentukan titik tengah antara 6% dan 7% yang akan menjadi nilai Kadar Aspal Optimum. Dari gambar 12 dapat disimpulkan bahwa nilai Kadar Aspal Optimum adalah 6,75% yang akan menghasilkan kualitas optimum pada perkerasan AC-BC dengan menggunakan aspal karet 7%.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dengan melakukan pengujian Marshall untuk melihat kesesuaian penggunaan aspal karet 7% pada perkerasan AC-BC dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Ada lima parameter Marshall yang memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu stabilitas, VIM, VFB, VMA, dan MQ. Sedangkan untuk nilai kelelahan (Flow) tidak ada yang memenuhi standar spesifikasi.
- Pada penelitian ini, semua nilai stabilitas memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, dimana stabilitas tertinggi terdapat pada kadar 6% sebesar 1290,0 kg.
- VIM merupakan persentase rongga terhadap campuran dengan nilai VIM tertinggi terdapat pada kadar 5% sebesar 6,40.
- VFB adalah nilai rongga yang terisi aspal pada suatu benda uji, dimana nilai VFB tertinggi berada pada kadar 6,5% sebesar 78,26.
- Kemudian VMA adalah persentase rongga diantara agregat, dimana nilai VMA tertinggi berada pada kadar 5% sebesar 16,95.
- Sedangkan Marshall Quotient (MQ) diperoleh nilai maksimum pada kadar 6,5% sebesar 280,980.

Jadi berdasarkan nilai semua parameter Marshall tersebut nilai kadar aspal optimum yang berupa aspal karet 7% dapat digunakan untuk perkerasan AC-BC adalah 6.75%

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Revisi 2 Divisi 6 Untuk Perkerasan Aspal. Jakarta Selatan : Dinas Pekerjaan Umum.
 Krebs R.D and Walker R.D (1971), Highway Materials, Mc Graw Hills Book Company, New York

- Kurnadji. (1999). Pengembangan Aspal Karet Dalam Meningkatkan Mutu Campuran Perkerasan Jalan. PUPR.
- Pusari, D. dan Haryanti, S. 2014. Pemanenan Getah Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg) dan Penentuan Kadar Karet Kering (KKK) dengan Variasi Temperatur Pengovenan di PT Djambi Waras Jujuhan Kabupaten Bungo, Jambi. Universitas Diponegoro. Semarang. 22 (2) : 64-74.
- Ramadhan, G. B., & Suparma, L. B. (2018). Pengaruh Penggunaan Pasir Kuarsa Pada Laston AC-WC Sebagai Pengganti Agregat Halus. Jurnal HPJI Vol. 4 No. 2 , 91-104
- Romadhona, W. (2014), Pengaruh Tipe Gradasi Agregat Terhadap Sifat Beton Aspal Dengan Aspal Starbit E-55 Dengan Aspal Pertamina Pen 60/70 Pada Campuran AC-WC, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- SNI 06-2489-1991, Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Alat Marshall. (n.d.).
- SNI 1969 : 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. (n.d.).
- SNI 1970 : 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. (n.d.).
- SNI 2432-2011, Cara Uji Daktilitas Aspal. (n.d.).
- SNI 2433-2011, Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleveland Open Cup. (n.d.).
- SNI 2434-2011, Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola. (n.d.).
- SNI 2439: 2011, Cara Uji Penyelimutan dan Pengelupasan Campuran Agregat-Aspal. (n.d.).
- SNI 2441-2011, Cara Uji Berat Jenis Aspal Padat. (n.d.).
- SNI 2456-2011, Cara Uji Penetrasi Aspal. (n.d.).
- SNI-2417-2008, Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. (n.d.).
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung