
Studi Karakteristik *Marshall* pada Campuran Aspal dengan Penambahan Kresek

Veranita¹, Bambang Tripoli², Fitriani S³

^{1,2}Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, Meulaboh

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, Meulaboh
e-mail: * veranita@utu.ac.id, ²bambangtripoli@utu.ac.id dan ³pipitabdy0@gmail.com

Abstrak

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya menggunakan perkerasan lentur yang bahan utamanya aspal. Untuk meningkatkan ketahanan aspal salah satunya yaitu menggunakan aspal yang di substitusi dengan kresek. Penambahan kresek kedalam campuran aspal dipercaya dapat meningkatkan keawetan dari aspal tersebut. Penelitian ini menggunakan aspal jenis retona blend 55 dengan penambahan kresek. Kresek merupakan salah satu barang bekas yang dapat digunakan kedalam campuran aspal retona blend 55. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh karakteristik marshall pada campuran aspal AC-BC dengan penambahan kresek sebesar 6%; 7,5% dan 9%. Berdasarkan hasil penelitian didapat nilai kadar aspal optimum adalah 5,5% untuk variasi 6%, 4,6 untuk variasi 7,5% dan 6,25% untuk variasi 9%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua variasi memenuhi syarat spesifikasi karakteristik parameter marshall, dengan hasil yang didapat yaitu pada stabilitas rendaman 30 menit variasi 6% sebesar 1704,8kg, variasi 7,5% sebesar 1746,5 kg dan variasi 9% sebesar 1466,5 kg. Sedangkan untuk stabilitas rendaman 24 jam variasi 6% sebesar 1640,7 kg, variasi 7,5% sebesar 1765,2 kg dan variasi 9% sebesar 1406,8 kg. Pengujian durabilitas dari ketiga variasi memenuhi persyaratan. Nilai durabilitas pada variasi 6% sebesar 96,2%, untuk variasi 7,5% sebesar 91,9% dan untuk variasi 9% sebesar 95,9. Hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal yang di substitusikan dengan kresek mampu menerima beban lalu lintas berat dan memiliki daya lekat yang baik dan sifat kresek tersebut tahan terhadap gerusan air sehingga tidak mudah terjadi lubang pada jalan.

Kata kunci: AC-BC, Kresek, Marshall, Retona blend 55, Durabilitas

Abstract

The construction of highways in Indonesia generally uses flexible pavement, with the main ingredient being asphalt. To increase the resistance of asphalt, one of which is to use asphalt substituted with crackle. The addition of crackle to the asphalt mixture is believed to increase the durability of the asphalt. This research uses retona blend 55 asphalt mixture with the addition of crackle. Crackle is one of the secondhand items that can be used into the retona blend 55 asphalt mixture. This study aims to determine how much influence the characteristics of Marshall in AC-BC asphalt

mixture with the addition of crackle by 6%, 7,5% and 9%. Based on the results of the research, the optimum value of asphalt content is 5.5% for the variation of 6% 4,6% for the variation of 7,5% and 6.25% for the variation of 9%. The results showed that all variations immersion fulfilled the marshall parameter characteristic requirements, with the results obtained namely the stability of the 30-minute immersion variation of 6% by 1704,823kg, 7,5% variation of 1765,2 kg and 9% variation of 1466,588 kg. As for the stability of the 24-hour immersion variation 6% amounted to 1640,704 and 9% variation amounted to 1406,857. The durability test results of all variations meet the requirements specified. The durability value at variation 6% is 96.238%, variation 7,5% is 91,9% and for variation 9% is 95.927. This shows that asphalt mixes substituted with crackle are able to accept heavy traffic loads and have good adhesion and crackle properties are resistant to scouring of water so that potholes do not easily occur on the road.

Keywords: AC-BC, Crackle, marshall, Retona blend 55, Durability

1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya menggunakan perkerasan lentur, yang bahan utamanya aspal. Untuk meningkatkan ketahanan aspal salah satunya yaitu menggunakan aspal yang di substitusi dengan kresek. Menurut Ridhamasdar (2009), penambahan kresek kedalam campuran aspal dipercaya dapat meningkatkan keawetan dari aspal tersebut dan dapat menaikkan keefektifan penggunaan biaya.

Salah satu bahan bekas yang banyak terdapat di alam adalah sampah dari jenis kresek. Kresek merupakan salah satu barang bekas yang dapat digunakan kedalam campuran aspal. Proses daur ulang kresek secara fisik, mekanik dan kimia telah dikembangkan bahkan untuk skala industri Daur ulang jenis plastik ini secara fisik dan mekanik merupakan daur ulang yang menarik di dunia. (Mujiarto, 2005). Penambahan kresek ke dalam aspal murni pen 60/80 akan mengakibatkan menurunnya nilai penetrasi dan naiknya titik lembek aspal yang membuat aspal menjadi tahan terhadap perubahan suhu dan cuaca (Permana at al, 2009). Pengaruh penambahan kresek dengan variasi persentase penambahan yang berbeda kedalam campuran aspal AC-BC dipercaya dapat meningkatkan keawetan dari aspal tersebut. Zulfiani (2012), telah melakukan penelitian tentang pengaruh plastik sebagai bahan substitusi aspal dengan hasil yang diperoleh adalah dapat meningkatkan stabilitas dan rongga di dalam campuran (VIM) akan terus mengecil.

Banyak jenis plastik yang beredar di pasaran diantaranya yaitu jenis plastik PVC, dan limbah plastik *Polyethilen Terephalate* (PET). Menurut Fikri at al (2016), kadar PET yang diteliti terhadap karakteristik aspal modifikasi dengan variasi kadar 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% dari berat aspal yang digunakan dengan aspal pen 60/70. Penambahan PET kedalam aspal mengindikasikan aspal tersebut memiliki sifat plastomer. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kresek dan bahan campuran aspal *retona blend 55*. *Retona blend* ini berfungsi sebagai aspal dan pengisi rongga dalam campuran beraspal dan diharapkan dapat mengantisipasi kerusakan dini pada ruas jalan (Veranita, 2016). Penambahan kresek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu didasarkan pada penelitian sebelumnya (Mashuri at al, 2011) yang mengatakan bahwa penggunaan kadar plastik dari 2% - 8% dapat meningkatkan

nilai stabilitas sisa campuran beton AC-WC. Maka penulis menggunakan variasi campuran sebesar 6%, 7,5% dan 9% terhadap berat aspal untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik campuran AC-BC. Penambahan variasi kantong plastik 2%, 4%, 6% dan 8% kandungan dalam aditif yang bercampur dengan aspal pen 60/70 di dalam campuran menyebabkan daya lekat aspal dengan agregat menjadi lebih baik hingga mencapai batas nilai tertentu (Fitri at al, 2018).

Substitusi kresek kedalam aspal *retona blend 55* diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat teknis suatu campuran dan dapat meningkatkan kinerjanya seperti stabilitas dan durabilitas. Hal lainnya yang diharapkan dari penambahan kresek adalah untuk dapat menggantikan bahan-bahan tambahan yang selama ini dipakai untuk menghasilkan aspal modifikasi sehingga dapat mengurangi limbah kresek. Limbah kresek yang mengandung polimer berfungsi sebagai bahan perkerasan aspal yang berguna untuk meningkatkan kekuatan yang lebih tinggi untuk menahan beban dari pada campuran aspal tanpa limbah kresek (Susanto at al, 2019).

2. METODE PENELITIAN

Material untuk pembuatan campuran aspal beton terdiri dari agregat, aspal *retona blend 55* dan bahan kresek. Agregat yang digunakan yaitu batu pecah yang diambil dari mesin pemecah batu milik PT. Irmalindo Perkasa Grup kabupaten Aceh Barat. Aspal *retona blend 55* yang digunakan adalah produksi Pertamina, sedangkan kresek diambil dari sekitaran kampus Universitas Teuku Umar Meulaboh. *Filler* yang digunakan semen *portland*. Campuran dalam penelitian ini mengacu pada spesifikasi aspal beton pada pencampuran aspal *retona blend 55* dengan penambahan kresek yang divariasikan yaitu 6%, 7,5% dan 9% yang didasarkan pada penelitian sebelumnya tentang penambahan kresek sebesar 2% – 8% akan meningkatkan nilai stabilitas (Mashuri at al, 2011).

Prosedur pelaksanaan

Pelaksanaan dari suatu penelitian perlu menentukan langkah-langkah setiap tahapan pekerjaan. Beberapa tahapan pekerjaan sebagai berikut :

1. Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran yang diinginkan dari Spesifikasi Teknis Departemen Pekerjaan Umum (2018). Spesifikasi untuk pencampuran semua material memerlukan pengawasan yang ketat atas seluruh tahap konstruksi (Sukirman, 2003);
2. Merancang proporsi agregat, dimana proporsi agregat tersebut dipilih dari gradasi yang sesuai Spesifikasi Teknis Departemen Pekerjaan Umum (2018). Prinsip kerja metode analitis ini adalah dengan menentukan gradasi agregat yang dipilih kemudian menghitung jumlah butiran yang lolos dan tertahan sesuai spesifikasi yang telah ditentukan sehingga didapat komposisi agregat kasar, agregat halus dan *filler*;
3. Menghitung P_b atau kadar aspal sementara dengan rumus sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%Filler) + \text{Konstanta} \quad (1)$$

Dimana :

- P_b = Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran ;
 CA = Agregat kasar tertahan saringan No. 4;
 FA = Agregat halus lolos saringan No. 4 dan tertahan saringan No.200;
 $Filler$ = Agregat yang berukuran minimal 75% lolos saringan No.200;
 K = Nilai Konstanta sekitar 0,5-1,0 (untuk laston);

4. Menghitung jumlah agregat dan *filler* sesuai dengan komposisi yang didapat, kemudian menghitung berat aspal yang dibutuhkan sesuai dengan persentase yang didapat;
5. Rancangan berat aspal retona blend yang didapat kemudian disubstitusikan kresek sebagai variasi bahan pengikat;
7. Rancangan variasi kresek pada campuran aspal AC – BC ada 3 jenis, yaitu variasi 6%, 7,5% dan 9%;
8. Setiap variasi aspal yang diperoleh dari rumus Pb, dibuat masing-masing 3 benda uji. Gradasi yang dipakai yaitu gradasi rapat, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Agregat Bergradasi Menerus Beton Aspal Campuran Panas

	Uk. Saringan		Persyaratan	%lolos	
	Metrik (mm)	ASTM	% Lolos	% Tertahan	Total
			Titik Kontrol		
CA	25	1"	100	0	45
	19	¾"	90 - 100	5	
	12,5	½"	75 - 90	12,5	
	9,5	3/8"	66 - 82	8,5	
	4,75	#4	46 - 64	19	
FA	2,36	#8	30 - 49	15,5	49
	1,18	#16	18 - 38	11,5	
	0,60	#30	12 - 28	8	
	0,30	#50	7 - 20	6,5	
	0,15	#100	5 - 13	4,5	
	0,075	#200	4 - 8	3	

Sumber : Spesifikasi Teknis Departemen Pekerjaan Umum, 2018

A. Pembuatan Benda Uji

Adapun beberapa tahapan pekerjaan membuat benda uji tahap 1 yaitu sebagai berikut :

1. Prosedur Pembuatan Campuran Aspal dan Kresek
Kresek yang diambil dari tempat sampah dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel. Kemudian kresek di gunting kecil-kecil lalu siapkan kompor dan kuili atau wajan setelah kompor hidup masukkan kresek untuk dimasak. Kemudian campuran aspal tersebut dimasukkan kedalam kuili. Kresek yang sudah dipanaskan akan meleleh seperti aspal kemudian timbang kresek dengan persenan yang sudah divariasikan dengan aspal sesuai *mix desain* yang sudah direncanakan. Menurut Congress (2013), terdapat dua jenis proses dalam pemanfaatan limbah kresek yaitu *wet process* dan *dry process*. *Wet process* merupakan cara mencampurkan limbah plastik dengan aspal sedangkan *dry process* yaitu mencampur limbah plastik dengan agregat panas. Penambahan limbah plastik dapat dikatakan tidak bersahabat dengan lingkungan apabila digunakan tanpa batasan tertentu (Kurniawan et al, 2015).
2. Prosedur pembuatan benda uji
Timbang Agregat sesuai dengan perencanaan campuran, kemudian dikeringkan dalam oven selama 30 menit dengan suhu 110⁰C. Aspal dipanaskan sampai mencapai suhu pencampuran, aspal yang telah cukup panas lalu timbang kadar aspal dan kresek sesuai *mix desain*. Kemudian aspal dan kresek dimasukkan ke dalam wajan dan aduk campuran sampai merata. Setelah campuran merata diatas suhu 160⁰C, pindahkan kedalam *mold* yang sudah dilapisi kertas dan ditusuk-tusuk agar padat. Ukur suhu pemadatan menggunakan thermometer ±140⁰C. Letakan benda uji diatas alat pemadat (*hammer*) untuk dilakukan

pemadatan sebanyak 75 kali atas dan bawah. Setelah itu benda uji dikeluarkan dan direndam selama 1 hari. Setelah direndam maka benda uji tersebut ditimbang dan direndam ke dalam *water bath*. Kemudian baru dilakukan pengujian dengan alat *marshall test*.

Mendapatkan kadar aspal optimum yaitu dengan cara seluruh benda uji pada tahap pertama dilakukan pengujian *marshall* yaitu sebanyak 45 benda uji. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah Benda Uji Tahap Pertama

No	Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji		
		6%	7,5%	9%
1	P = -1%	3	3	3
2	P = -0,5%	3	3	3
3	P = P	3	3	3
4	P = +0,5%	3	3	3
5	P = +1 %	3	3	3
Jumlah benda uji		45		

Setelah diperoleh persen kadar aspal optimum (KAO), selanjutnya dibuat benda uji tahap kedua untuk pengujian stabilitas dan durabilitas menggunakan persen kadar aspal optimum dengan variasi substitusi kresek 6%, 7,5% dan 9%. Prosedur kerjanya sama dengan tahap pertama. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Benda Uji Persen Aspal KAO Dengan Substitusi Kresek

Pengujian	Jumlah Benda Uji		
	6%	7,5%	9%
Stabilitas	3	3	3
Durabilitas	3	3	3
Jumlah benda uji	18		

B. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dimaksud untuk mendapatkan hasil evaluasi nilai yang telah didapat dari pengujian parameter *marshall*. Data yang telah diperoleh kemudian dibuat dalam bentuk tabel atau grafik. Grafik yang digambarkan menggunakan grafik *Line* gabungan dan grafik korelasi antara pencampuran aspal AC- BC dengan penambahan kresek dengan nilai parameter *marshall*, dan analisis regresi *nonlinier* (Polynomial orde 2). Pemilihan *regresi polynomial* dilakukan untuk menentukan fungsi polynomial sesuai dengan kumpulan titik data (x,y) yang diketahui. Untuk mendapatkan persamaan yang sesuai dari model-model regresi untuk analisis data penelitian adalah yang menghasilkan koefisien determinasi (*R square*) yang paling besar (mendekati 1). (Suprpto, 2009 : 11).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa data evaluasi sifat-sifat Karakteristik *Marshall* pada campuran aspal AC-BC dengan penambahan kresek. Penelitian ini menggunakan variasi kresek yaitu 6%, 7,5% dan 9% dengan campuran aspal *retona blend 55*.

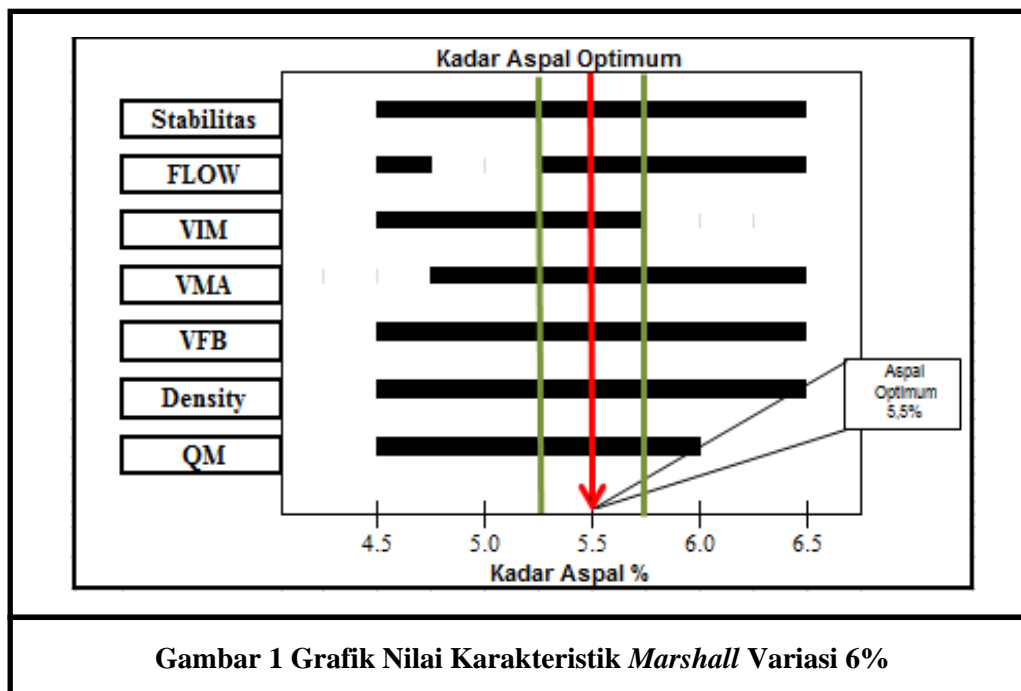
Hasil pengujian marshall

Nilai KAO didapat dengan pembuatan benda uji sebanyak 45 buah benda uji dan dilakukan pengujian *marshall test*. Hasil pengujian ini untuk mengetahui karakteristik *marshall* yaitu VMA, VIM, VFB, stabilitas, *flow* dan *marshall quotien*. Hasil rekapitulasi perhitungan nilai kadar aspal optimum yang diperoleh pada variasi 6% dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 4 Rekap Hasil Pengujian *Marshall* Tahap I pada Variasi 6%

No	Karakteristik	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
1	Stabilitas	1527.55	1674.65	1507.96	1459.08	1245.21	Min 800 Kg
2	Flow	3.2	2.8	3.7	4.6	5.7	2-4 mm
3	VIM	3.28	3.49	3.16	2.42	1.98	3-5 %
4	VMA	13.52	14.76	15.51	15.90	16.66	Min 14 %
5	VFB	75.74	76.34	79.71	84.82	88.05	Min 65 %
6	MQ	474.688	609.225	413.179	326.207	218.736	Min 250 kg/mm

Hasil KAO yang didapat nilai rata-rata pengujian marshall yang memenuhi syarat spesifikasi pada variasi 6% yaitu 5,5%. Grafil kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.

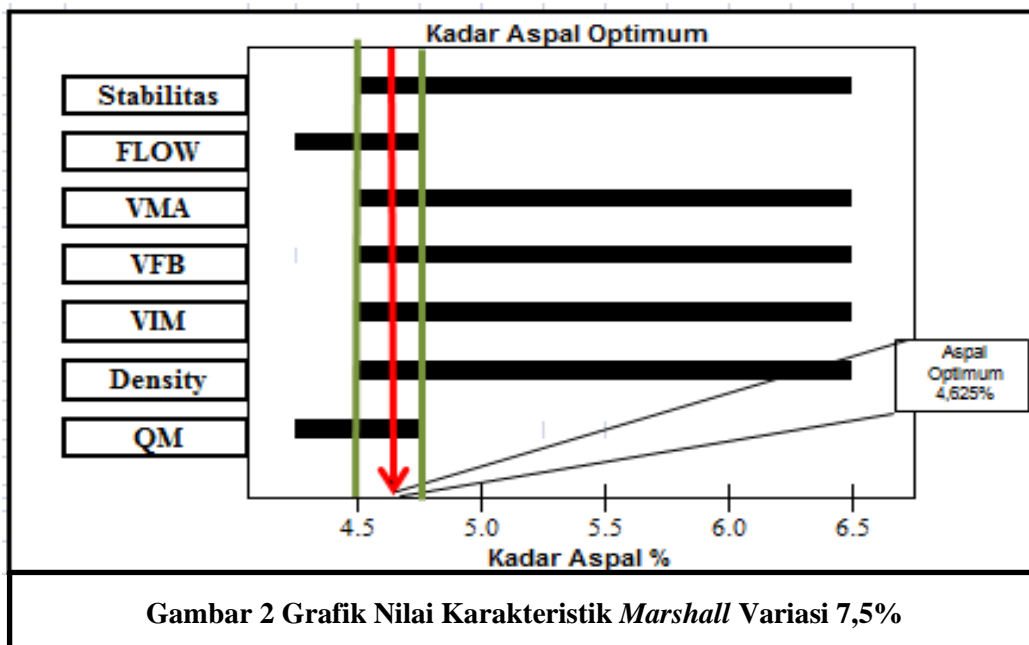


Hasil rekapitulasi perhitungan nilai kadar aspal optimum yang diperoleh pada variasi 7,5% dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 5 Rekap Hasil Pengujian *Marshall* Tahap I pada Variasi 7,5%

No	Karakteristik	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
1	Stabilitas	1678.56	1010.02	883.60	1124.41	1612.12	Min 800 Kg
2	<i>Flow</i>	2.8	5.3	6.1	5.6	3.5	2-4 mm
3	VIM	2.11	4.57	5.73	5.09	3.19	3-5 %
4	VMA	12.47	15.72	17.75	18.21	17.52	Min 14 %
5	VFB	83.16	70.98	67.78	72.05	82.00	Min 65 %
6	MQ	474.68	195.04	145.52	203.16	464.93	Min 250 kg/mm

Hasil KAO yang didapat nilai rata-rata pengujian marshall yang memenuhi syarat spesifikasi pada variasi 7,5% yaitu 4,6%. Grafik kadar aspal optimum yang diperoleh dapat di lihat pada Gambar 3.2 berikut.



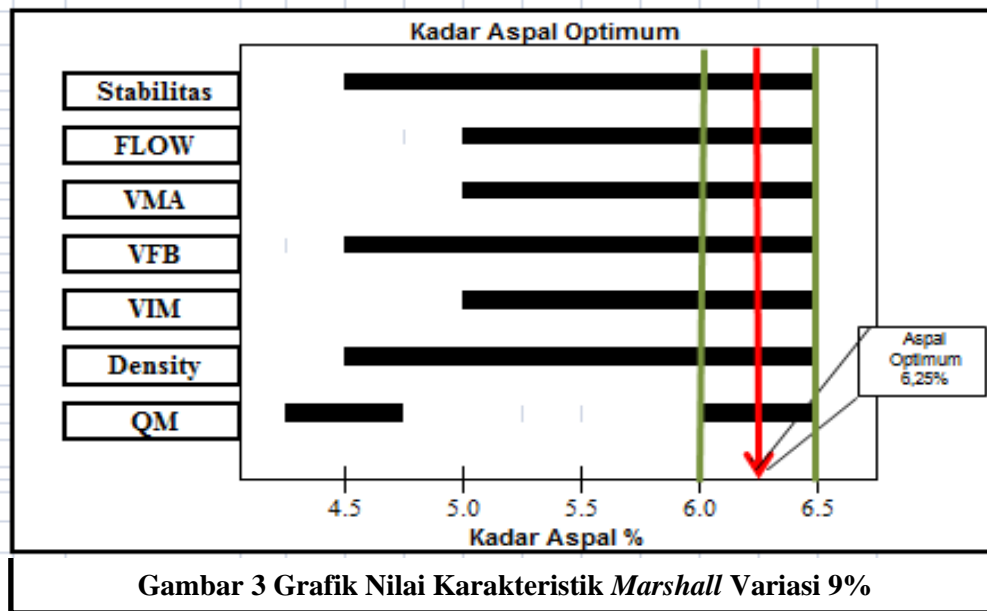
Hasil rekapitulasi perhitungan nilai kadar aspal optimum yang diperoleh pada variasi 9% dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 6 Rekap Hasil Pengujian *Marshall* Tahap I pada Variasi 9%

No	Karakteristik	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
1	Stabilitas	1678.56	1010.02	883.60	1124.41	1612.12	Min 800 Kg
2	<i>Flow</i>	2.8	5.3	6.1	5.6	3.5	2-4 mm
3	VIM	2.11	4.57	5.73	5.09	3.19	3-5 %

4	VMA	12.47	15.72	17.75	18.21	17.52	Min 14 %
5	VFB	83.16	70.98	67.78	72.05	82.00	Min 65 %
6	MQ	474.688	195.046	145.521	203.161	464.928	Min 250 kg/mm

Hasil KAO pada variasi 9% didapat nilai rata-rata hasil pengujian *marshall* yang memenuhi spesifikasi karakteristik *marshall* kemudian dilakukan penggambaran grafik untuk menentukan nilai KAO. Nilai KAO pada variasi ini terdapat pada kadar aspal 6,25%, grafik dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Hasil pengujian durabilitas

Pengujian durabilitas dilakukan pada kadar aspal optimum dengan variasi kadar aspal 6% 7,5% dan 9% dengan energi pemadatan 2 x 75 tumbukan. Hasil pengujian dari nilai durabilitas ini diperlihatkan pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 7 Durabilitas Untuk Setiap Variasi

Variasi	Stabilitas Perendaman 30 menit (a)	Stabilitas Perendaman 24 jam (b)	Durabilitas (b) / (a) x 100 %
Variasi 6%	1704.823	1640.704	96,238
Variasi 7,5%	1569,041	1512,465	96,394
Variasi 9%	1466,588	1406,857	95,927

Ketiga nilai durabilitas yang didapat, terlihat bahwa ketiga variasi semua memenuhi persyaratan yaitu lebih dari 95%, dan nilai dari ketiga variasi tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keawetan pada campuran yang menggunakan kresek adalah baik.

Flow

Nilai *flow* terlihat bahwa untuk tiap variasi persentase kresek pada campuran aspal *retona blend 55* memenuhi spesifikasi Bina Marga (2018) Revisi 1 devisi 6 yaitu >2-4 mm. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai *flow* yang tinggi di dihasilkan oleh variasi 6% rendaman 30 menit sebesar 3,5 mm sedangkan pada variasi 9% rendaman 30 menit sebesar 4,7 mm. Hal ini di karenakan banyaknya persentase kresek dan pengaruh *filler* (semen) sehingga mengakibatkan benda uji tersebut menjadi kaku dan tidak bisa mengisi rongga-rongga dalam campuran.

Voids in mixture (VIM)

Nilai rongga pada campuran aspal AC – BC dengan penambahan kresek memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar 3%-5%. Pada variasi 6% nilai VIM pada rendaman 30 menit nilai VIM yang dihasilkan 4,47 % sedangkan rendaman 24 jam sebesar 4,77%. Nilai VIM pada campuran semakin tinggi dengan sedikitnya persentase kresek pada campuran aspal *retona blend 55*. Hal ini mengakibatkan semakin besar rongga dalam campuran yang mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi. Sebaliknya pada variasi 9% nilai VIM yang diperoleh sebesar 3,4% pada aperendaman 30 menit sedangkan pada perendaman 24 jam sebesar 3,20%. Nilai VIM ini menunjukkan bahwa rongga di dalam campuran kecil sehingga kemungkinan terjadinya bleeding kecil dikarenakan tidak tersedia ruang yang cukup yang dapat mengakibatkan aspal naik kepermukaan. Sebaliknya jika nilai vim tinggi diatas 5,5% akan menyebabkan campuran kedap air dan udara, sehingga campuran tersebut kurang awet dan mudah retak (*crack*).

Voids of mineral aggregate (VMA)

Nilai rongga diantara mineral agregat (VMA) dalam campuran beton aspal sangat mempengaruhi keawetan suatu campuran. Semakin tinggi nilai rongga diantara mineral agregat menunjukkan bahwa campuran tersebut kurang padat atau pematatannya kurang sempurna. Pada ketiga variasi ini sebagian besar semua memenuhi persyaratan. Hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kresek dapat mengurangi rongga di antara mineral agregat.

Void filled by bitumen (VFB)

Nilai VFB pada campuran aspal dengan penambahan kresek berada di atas nilai VFB yang disyaratkan pada spesifikasi yaitu 65 % dan nilai tersebut memenuhi syarat spesifikasi parameter *marshall*. Nilai VFB untuk rendaman 30 menit pada variasi 6% sebesar 72.26 dan rendaman 24 jam sebesar 70.81. Sedangkan untuk variasi 9% pada rendaman 30 menit sebesar 77.06 dan rendaman 24 jam sebesar 78.19. Nilai VFB yang paling tinggi berada di variasi 9% dapat disimpulkan bahwa nilai persentase kresek pada variasi 9% lebih kedap terhadap air dan udara di karenakan aspal mampu mengisi rongga dalam campuran dengan baik dan didukung dengan campuran kresek juga dengan semen yang seimbang.

Marshall quotient (MQ)

Nilai MQ untuk ketiga variasi lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan, yaitu 250kg/mm. Nilai MQ pada variasi 6% dengan rendaman 30 menit mencapai sebesar 620,385 kg/mm. Pada 9% dengan rendaman 24 jam sebesar 391,444 kg/mm. Pada variasi 6% rendaman 24 jam nilai MQ sebesar 593,072 kg/mm dan 9% pada rendaman 30 menit sebesar 350,128. Nilai *marshall* ini dipengaruhi oleh stabilitas dan *flow*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, maka ada beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran aspal AC-BC dengan penambahan kresek pada variasi 6% yaitu 5,5%, untuk variasi 7,5% yaitu 4,625% dan untuk variasi 9% yaitu 6,25%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kresek 9% di dalam campuran aspal akan meningkatkan nilai kadar aspal optimum;
2. Dilihat dari keseluruhan hasil pengujian pada rendaman 30 menit dan 24 jam semua memenuhi syarat spesifikasi bina marga revisi 1 divisi 6. Nilai stabilitas tertinggi terdapat variasi 6%, sedangkan yang paling rendah pada variasi kresek 9%. Semakin tinggi kadar aspal *retona blend* dalam suatu campuran akan menyebabkan nilai stabilitas menurun;
3. Perbandingan Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi 6% menghasilkan nilai karakteristik *Marshall* terbaik dengan nilai stabilitas tertinggi sebesar 1704,823 kg dan nilai VIM yang tertinggi divariasi 6% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar 4,38%, menunjukkan bahwa tingkat kerapatan suatu campuran AC-BC sedangkan semakin besar nilai stabilitas pada campuran AC-BC menunjukkan tingkat kekuatan campuran AC-BC terhadap kemampuan menerima beban;
4. Nilai durabilitas terhadap campuran aspal AC-BC dengan penambahan kresek yaitu variasi 6% nilai durabilitas sebesar 96,238% dan variasi 9% sebesar 95,927. Semua nilai durabilitas memenuhi spesifikasi persyaratan, dimana nilai durabilitas harus $\geq 90\%$ dari stabilitas normal.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, ada beberapa saran yang bisa disampaikan sebagai berikut :

1. Diharapkan adanya pengujian sifat fisis dan bahan kimia kresek agar mengetahui keseragaman bahan yang digunakan untuk penelitian sebagai bahan pengikat dalam campuran aspal;
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar lebih teliti diperhatikan sampel benda uji pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan dilakukan secara tidak teliti maka sampel benda uji akan mengalami keropos dan akan mempengaruhi kekuatan benda uji yang direncanakan;
3. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar mengvariasikan bahan aditif kresek dengan bahan sampah lingkungan yang lain supaya bisa mengurangi sampah-sampah yang ada disekitaran kita.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bina Marga, 2018, *Spesifikasi Teknis Ketentuan Agregat Kasar dan Agregat Halus*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
2. E. Kurniawan., Inggit Sari., 2015, *Pengolahan Limbah Kantong Plastik Jenis Kresek Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis*, J. Energi Elektrik. Vol. IV, No. 1 PP. 1-5. Universitas Malikussalaeh, Lhokseumawe.

3. Fitri, S., Sofyan M. Saleh., M. Isya, 2009, *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC- BC*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
4. Husnul Fikri, A. Subagja, Agustina Manurung, 2019, *Karakteristik Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik Polyetilene Terephalate (PET)*, Proceeding Industrial Research Workshop and National Seminar, Vol. 10, No. 1, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
5. I.R.Congress, 2013, *Guidelines For The Use Of Waste Plastic in Hot Bituminous Mixes (Dry Process) in Wearing Course*, Indian Road Congress.
6. Iwan Susanto, Nyoman Suaryana, 2019, *Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) Dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek*, Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, Vol. 17, No. 2, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
7. Mashuri dan Joy Fredy Bhatti, 2011, *Pemanfaatan Material Limbah Pada Campuran Beton Aspal Panas*, Majalah Ilmiah Mekanika Teknik, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
8. Mujiarto, I., 2005, *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*, Traksi Vol. 3, No. 2, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
9. Permana, Reza. Imam, 2009, *Studi Sifat-Sifat Reologi Aspal Yang di Modifikasi Limbah Tas Plastik*, Simposium XII TSTPT, Universitas Kristen Petra Surabaya, Institut Teknologi Nasional Bandung.
10. Ridhamasdar, 2009, *Bahan Campuran Aspal Sampah Plastik*, Institut Teknologi Bandung, Bandung
11. Sukirman, S., 2003, *Beton Campuran Aspal Panas*, Penerbit Granit, Bandung.
12. Suprpto, 2009, *Analisi Regresi Berganda*, Penerbit Universitas Sumatra Utara, Sumatra Utara
13. Veranita, 2016, *Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Porus Menggunakan Retona Blend 55 Dengan Metode Australia*, Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi, Vol.2 No, 2, Hal. 80-90, Universitas Teuku Umar, Meulaboh.
14. Zulfiani, 2012, *Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC-BC) Terhadap Pengaruh Plastik Sebagai Bahan Substitusi Aspal*, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.