

# PENGARUH KADAR *FILLER* ABU BATU KAPUR DAN ABU TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL BETON AC-BC

Muhammad Yacob<sup>1</sup>, Wesli<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Email: [yacob.w2r@gmail.com](mailto:yacob.w2r@gmail.com)<sup>1</sup>), [wesli@unimal.ac.id](mailto:wesli@unimal.ac.id)<sup>2</sup>)

## Abstrak

Perkerasan jalan AC-BC yang terlalu dini rusak tidak sesuai dengan umur rencana biasanya di sebabkan oleh faktor beban berlebih dan mutu campuran aspal. Dewasa ini telah banyak diteliti tentang bahan pengisi (*filler*) dari material lokal yang banyak digunakan dan ramah lingkungan untuk memodifikasi sifat-sifat aspal dalam campuran aspal beton sehingga dapat memperbaiki kinerja perkerasan dari sisi nilai parameter Marshall. Penelitian ini untuk melihat pengaruh kadar *filler* abu batu kapur (ABK) dan abu tempurung kelapa (ATK) pada perkerasan jalan AC-BC dengan metode Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 yang ditinjau dari karakteristik Marshall, dengan membandingkan perilaku campuran AC-BC yang menggunakan *filler* ABK dan ATK dengan campuran normal. Pada penelitian ini KAO yang didapatkan sebesar 6% dan untuk benda uji dengan *filler* ABK dan ATK dengan variasi 100:0; 0:100; 25:75; 50:50 dan 75:25. Hasil pengujian perbandingan nilai stabilitas menunjukkan nilai stabilitas yang didapat dari penggunaan *filler* ABK dan ATK dengan metode spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 meningkat dibandingkan dengan tanpa adanya penggunaan *filler* ABK dan ATK yaitu nilai stabilitasnya sebesar 1562,95 kg, sedangkan campuran normal sebesar 1430,19 kg. Untuk nilai *density*, VFWA, stabilitas, dan *flow* mengalami peningkatan pada semua variasi, sedangkan nilai VMA, VITM, dan MQ mengalami penurunan dan masih dalam spesifikasi yang disyaratkan, selanjutnya untuk nilai durabilitas adalah 80,3%, nilai tersebut belum memenuhi nilai yang disyaratkan. Pada penelitian ini hanya pada variasi *filler* 25% ABK dan 75% ATK yang menunjukan seluruh nilai parameter Marshall telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi, hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh durabilitas dalam variasi campuran *filler* pada aspal beton AC-BC.

Kata kunci: Abu Batu Kapur, Abu Tempurung Kelapa, Marshall

## 1. Pendahuluan

Batuan kapur (*limestone*) termasuk batuan sedimen, batuan ini terdiri dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) mencapai 95%, selain kalsium karbonat batu kapur juga mengandung silika, magnesit, alumina serta beberapa senyawa lainnya namun dalam jumlah yang lebih kecil. Sedangkan Abu tempurung kelapa mengandung senyawa karbon non-polar sama seperti senyawa karbon yang terdapat pada aspal, diharapkan penambahan Abu Batu Kapur (ABK) dan Abu Tempurung Kelapa (ATK) sebagai *filler* akan dapat memperbaiki kinerja campuran aspal beton.

Penggunaan *filler* pada campuran aspal beton banyak diteliti untuk mendapatkan kinerja campuran yang baik dan ekonomis, namun untuk jenis bahan tertentu harganya dipasaran sudah mulai mahal dan susah ditemukan di daerah-daerah tertentu sehingga campuran aspal menjadi tidak ekonomis, selain itu perlu suatu upaya pemanfaatan material local dan bagaimana bahan lokal

seperti tempurung kelapa yang persediaannya melimpah di Provinsi Aceh dapat bermanfaat, hasil sampingan buah kelapa seperti tempurung jika tidak dimanfaatkan secara optimal nantinya menjadi limbah sehingga mengganggu lingkungan, ada usaha untuk memanfaatkan limbah ini salah satunya kemungkinan abu arang tempurung kelapa digunakan sebagai *filler* dalam campuran aspal beton, namun hal ini juga diperlukan peran tanah dasar dalam member daya dukungnya dalam parameter CBR. Semakin kecil nilai daya dukung tanah semakin besar tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan, menunjukkan bahwa semakin kecil nilai CBR semakin kecil pula nilai daya dukung tanah yang diperoleh (Said Jalalul Akbar, Wesli, 2014)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh campuran aspal beton AC-BC dengan menggunakan *filler* abu batu kapur dan abu tempurung kelapa dan bagaimana variasi campuran optimal dalam mencapai stabilitas dan *flow* yang disyaratkan dengan penggunaan abu batu kapur dan abu tempurung kelapa.

## 2. Tinjauan Kepustakaan

*Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* adalah lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan oleh roda kendaraan. Sesuai dengan fungsi laston AC-BC juga disebut sebagai lapis pengikat. AC-BC juga berfungsi sebagai perekat dalam campuran aspal beton yang sangat penting dipertahankan kemampuannya terhadap kelekatan dan titik kelenturannya. (Sukirman, 2003)

Ketentuan dan persyaratan tentang sifat-sifat campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* harus sesuai dan memenuhi yang dipersyaratkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)**

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(1)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	1,0		
	Maks	1,4		
Rongga dalam campuran (%) <sup>(2)</sup>	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800		1800 <sup>(1)</sup>
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6 <sup>(1)</sup>
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(3)</sup>	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(4)</sup>	Min	2		

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

## 2.1 Abu Batu Kapur

Batuan kapur (*limestone*) termasuk batuan sedimen. Batuan kapur ini pada dasarnya berasal dari sisa-sisa organisme laut seperti kerang, siput laut, radiolarit, tumbuhan/binatang karang, dsb yang telah mati.

Batuan ini berwarna putih, kelabu yang terdiri dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) mencapai 95%, selain kalsium karbonat *limestone* juga mengandung *silica*, *alumina*, dan *magnesit* serta beberapa senyawa lainnya namun dalam jumlah yang lebih kecil. (Wardiyatmoko, 2006)

**Tabel 2 Komposisi Kimia Batu Kapur**

No.	Nama Senyawa	Satuan	Hasil
1	$\text{CaCO}_3$	%	95,20
2	$\text{SiO}_2$	%	1,20
3	$\text{MgCO}_3$	%	0,90
4	$\text{H}_2\text{O}$	%	0,00

Sumber: Rosenqvist T, 2004

## 2.2 Abu Tempurung Kelapa

Abu tempurung kelapa adalah hasil dari proses pembakaran tempurung kelapa. Sebagai *filler* abu arang tempurung kelapa mengandung lignin, selulosa, mektosil dan berbagai mineral lainnya. Struktur keras disebabkan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi, dan kandungan arang tempurung kelapa terdiri dari karbon non popular yang besarnya 91% seperti terdapat pada aspal. (Berry, 1991)

**Tabel 3 Komposisi dan Berat Jenis Abu Tempurung Kelapa**

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	3,83
2	Kadar Karbon	%	91,38
3	Kadar Abu	%	4,79
4	Berat Jenis	$\text{gr/cm}^3$	0,5722

Sumber: Berry, 1991

## 3. Metode Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian ini mencakup persiapan, pelaksanaan dan analisa data. Persiapan dimulai dengan dilakukan studi literatur terlebih dahulu dengan mengumpulkan referensi berupa buku atau jurnal yang berhubungan dengan judul dari penelitian ini, kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat yang sudah tersedia di laboratorium serta pengadaan material yang didapatkan dari laboratorium berupa aspal Penetrasi 60/70 dan agregat didapatkan dari PT. BBC Lhokseumawe. Selanjutnya dilakukan pengujian agregat kasar dan agregat halus yang melingkupi pengujian analisa saringan, berat jenis dan, penyerapan air pada agregat, sedangkan untuk *filler* hanya dilakukan pengujian analisa saringan saja.

Setelah pemeriksaan material dilakukan jika memenuhi nilai yang disyaratkan penelitian dapat dilanjutkan dengan membuat rancangan *mix design*,

tetapi jika tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan harus menyiapkan material yang lain.

Langkah selanjutnya dilakukan perencanaan *mix design* lalu dilanjutkan dengan pembuatan benda uji kadar aspal optimum (KAO), benda uji dibuat 3 buah per variasi aspal, lalu benda uji dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai KAO. Setelah didapatkan nilai KAO kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk pengujian Marshall, benda uji dibuat 5 benda uji setiap variasinya dengan variasi perbandingan kadar *filler* abu batu kapur dan abu tempurung kelapa dengan perbandingan 100%:0%, 0%:100%, 25%:75%, 50%:50% dan 75%:25%.

Berikutnya benda uji direndam selama 1-24 jam dalam *waterbath*, kemudian uji standar stabilitas dan *flow* dengan alat Marshall. Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk pengujian menghitung durabilitas, benda uji dibuat hanya 5 benda uji pada variasi yang menunjukkan nilai pengujian Marshall paling optimum.

Kemudian uji standar stabilitas dan *flow* dengan alat Marshall dan didapat hasil untuk dilakukan analisa data dan pembahasan serta diambil kesimpulan dan saran.

Proporsi agregat yang digunakan untuk *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) pada penelitian ini sesuai dan memenuhi yang dipersyaratkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 4 Proporsi Agregat Yang Digunakan Untuk Aspal Beton AC-BC**

Saringan		Spesifikasi Bina Marga 2010	Target Rencana			
Metrik (mm)	ASTM	Titik Kontrol	Lolos (%)	Tertahan (%)	Total (%)	Per Benda Uji (gr)
19	¾"	90 – 100	100	-	60	
12,5	½"	75 – 90	89	11		240
9,5	3/8"	66 – 82	80	9		72
4,75	No. 4	46 – 64	58	22		240
2,36	No. 8	30 – 49	40	18		168
1,18	No. 16	18 – 38	31	9	35	180
0,500	No. 30	12 – 28	23	8		84
0,300	No. 50	7 – 20	18	5		48
0,150	No. 100	5 – 13	8	10		48
0,075	No. 200	4 – 8	5	3		60
Pan				5	5	60
Total				100	100	1200

Proporsi filler yang digunakan sesuai dengan variasi campurannya diperlihatkan pada Tabel 5

**Tabel 5 Proporsi Filler Yang Digunakan**

Filler	ABK (gr)	ATK (gr)	Jumlah Benda Uji	Jumlah Filler (gr)	
				ABK	ATK
100:0	60	0	5	300	0
0:100	0	60	5	0	300
25:75	15	45	5	75	225
50:50	30	30	5	150	150
75:25	45	15	5	225	75
Total			25	750	750

Benda uji yang digunakan terdiri dari 3 jenis pengujian yaitu benda uji untuk Kadar Aspal Optimum (KAO), Benda Uji untuk Marshall yaitu Uji Parameter dan Benda Uji untuk Durabilitas (Menghitung Durabilitas Marshall) seperti diperlihatkan pada Tabel 6

**Tabel 6 Penentuan Jumlah Benda Uji**

<b>1. Benda Uji Kadar Aspal Optimum (KAO)</b>							<b>Total</b>
Variasi Kadar Aspal (%)	4,5	5	5,5	6	6,5		
Jumlah Benda Uji	3	3	3	3	3		15
<b>2. Benda Uji Marshall (Uji Parameter Marshall)</b>							
Variasi Kadar ABK dan ATK (%)	100:0	0:100	25:75	50:50	75:25		
Jumlah Benda Uji	5	5	5	5	5		25
<b>3. Benda Uji Durabilitas (Menghitung Durabilitas)</b>							
Variasi Yang Menghasilkan Nilai Parameter Marshall Maksimum							5
<b>Total Benda Uji</b>							<b>45</b>

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Pengujian Material untuk Campuran AC-WC

Pada pengujian Kadar Aspal Optimum (KAO) dilakukan terhadap parameter density, Void in Mineral Aggregate (VMA), Void In The Mix (VITM), Voids Filled With Asphalt (VFWA), Stability, Flow dan Marshall Quotient (MQ) sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan.

Hasil pengujian harus memenuhi syarat spesifikasi masing-masing parameter dan yang diperoleh adalah hasil pengujian KAO, hasil pengujian Marshall standar, dan hasil durabilitas campuran aspal beton AC-BC diperlihatkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 7 Hasil pengujian Marshall untuk menentukan KAO pada benda uji**

No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	Density	-	2,296	2,306	2,311	2,295	2,324
2	VMA	Min 14	13,719	13,752	13,954	14,949	14,248
3	VITM	3,0 – 5,0	6,229	5,204	4,369	4,430	2,630
4	VFWA	Min 65	54,889	62,223	68,939	70,368	81,590
5	Stability	Min 800	1271,84	1398,89	1462,35	1430,19	1444,87
6	Flow	2,0 – 4,0	3,867	4,167	4,293	3,917	4,387
7	MQ	Min 250	333,071	339,243	343,958	374,232	330,279

**Tabel 8 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran AC-BC**

No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	Density	-					
2	VMA	Min 14					
3	VITM	3,0 – 5,0					
4	VFWA	Min 65					
5	Stability	Min 800					
6	Flow	2,0 – 4,0					
7	MQ	Min 250					

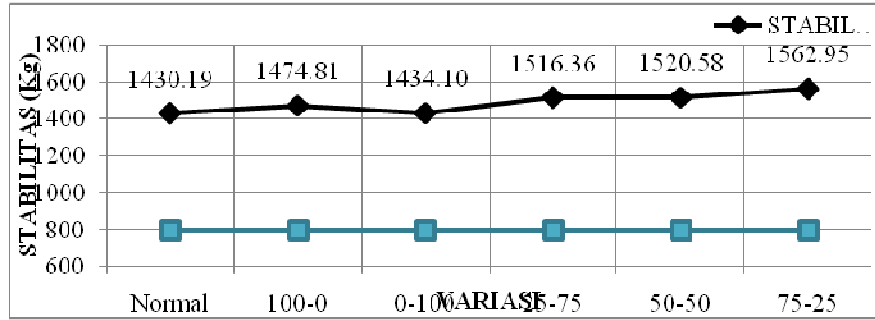
↓  
6%

Berdasarkan hasil analisis untuk semua parameter Marshall maka didapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) pada kadar aspal 6%.

**Tabel 9 Hasil Uji Parameter Marshall (Standar Stabilitas)**

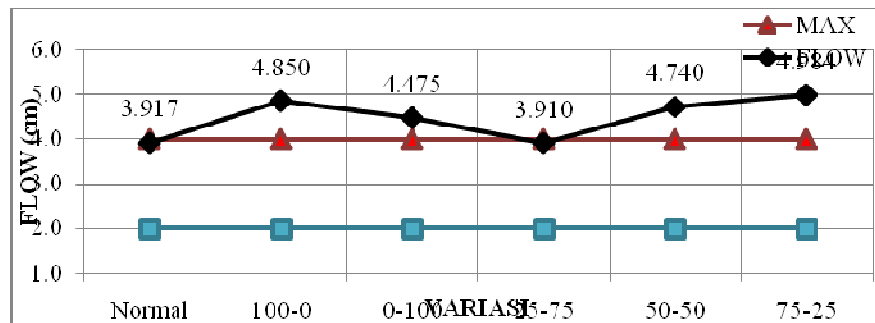
No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Filler ABK : ATK (%)				
			100 : 0	0 : 100	25 : 75	50 : 50	75 : 25
1	Density	-	2,297	2,300	2,302	2,301	2,301
2	VMA	Min 14	14,900	14,771	14,705	14,722	14,726
3	VITM	3,0 – 5,0	4,375	4,230	4,156	4,175	4,180
4	VFWA	Min 65	70,648	71,381	71,772	71,672	71,641
5	Stability	Min 800	1474,81	1434,10	1516,36	1520,58	1562,95
6	Flow	2,0 – 4,0	4,850	4,475	3,910	4,740	4,984
7	MQ	Min 250	320,861	329,812	388,251	324,316	314,367

Pengujian benda uji menggunakan abu batu kapur dan abu tempurung kelapa ini merupakan hasil dari pengujian langsung terhadap benda uji dengan menggunakan kadar aspal 6% yang didapat dari pencarian nilai KAO.



Gambar 1 Pengaruh Kadar *Filler* Terhadap Stabilitas

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan abu batu kapur dan abu tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas tertinggi adalah pada variasi 75:25.



Gambar 2 Pengaruh Kadar *Filler* Terhadap Flow

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan abu batu kapur dan abu tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai *Flow*. Nilai *flow* terendah adalah pada variasi 25:75 sedangkan nilai *flow* tertinggi adalah pada variasi 75:25.

Tabel 10 Hasil Uji Parameter Marshall Pada Perendaman 1 Hari

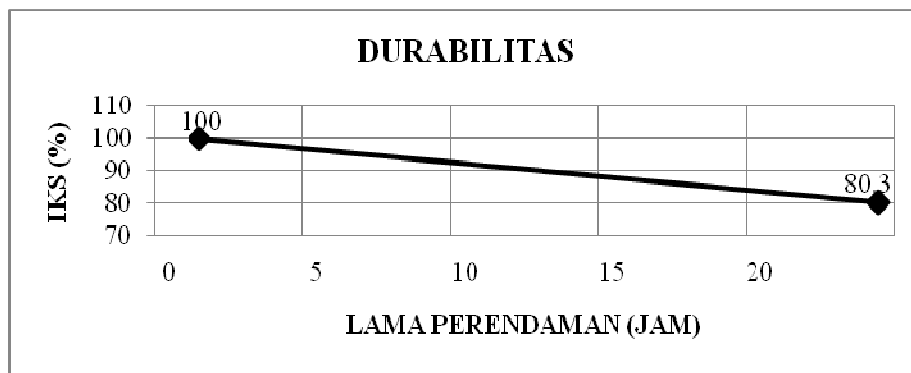
No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Filler ABK : ATK (%)
			25 : 75
1	Density	-	2,245
2	VMA	Min 14	16,826
3	VITM	3,0 – 5,0	6,539
4	VFWA	Min 65	61,190
5	Stability	Min 800	1210,99
6	Flow	2,0 – 4,0	5,130
7	MQ	Min 250	237,372

Dari hasil pengujian benda uji campuran aspal beton dengan *filler* abu batu kapur dan abu tempurung kelapa pada campuran aspal beton AC-BC yang setelah dilakukan perendaman 1 hari didapatkan nilai *density* sebesar 2,245 gr/cm<sup>3</sup>, VMA sebesar 16,826%, VITM sebesar 6,539%, VFWA sebesar 61,190%,

stabilitas sebesar 1210,99 Kg, *flow* sebesar 5,130 cm, MQ sebesar 237,190 Kg/cm.

**Tabel 11 Perhitungan Durabilitas Marshall**

Variasi Filler	Sampel	Lama Perendaman (Jam)		IKS (%)
		1	24	
25 : 75	I	1504	1097	72,93
	II	1359	1344	98,89
	III	1602	1294	80,77
	IV	1556	1213	77,95
	V	1560	1107	70,96
Rata-rata		1516,36	1210,99	80,30



**Gambar 3 Kurva Durabilitas Perkerasan AC-BC**

Dari grafik diatas diperoleh Indeks Kekuatan Sisa sebesar 80,30%, dapat dilihat bahwa persentase sisa stabilitas yang direndam selama 24 jam dengan stabilitas standar memperlihatkan perbedaan. Hal ini dikarenakan perendaman benda uji lebih lama dengan suhu 60°C menyebabkan butiran-butiran dalam campuran aspal lepas dan mengalami penurunan kekuatan campuran.

**5. Kesimpulan dan Saran**

**5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan abu batu kapur dan abu tempurung kelapa dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran aspal beton AC-BC menunjukan bahwa, pada variasi 100:0 dimana nilai *density*, VMA, VITM, *flow* dan MQ telah sesuai spesifikasi, sedangkan untuk nilai VFWA dan stabilitas cenderung tinggi yang menyebabkan campuran menjadi kaku dan dapat menyebabkan perkerasan mudah mengalami *cracking*. Pada variasi 0:100 dimana nilai *density*, VMA, VITM, stabilitas dan MQ telah sesuai spesifikasi, sedangkan untuk nilai VFWA dan *flow* cenderung tinggi yang dapat menyebabkan mengalami



*bleeding*. Pada variasi 25:75 dimana seluruh nilai karakteristik Marshall telah sesuai spesifikasi yang disyaratkan dan menunjukkan pada variasi ini campuran baik untuk digunakan. Pada variasi 50:50 dimana nilai *density*, VMA, VITM, stabilitas dan MQ telah sesuai spesifikasi, sedangkan untuk nilai VFWA dan *flow* cenderung tinggi yang dapat menyebabkan campuran menjadi plastis. Pada variasi 75:25 dimana nilai *density*, VMA, VITM, VFWA, stabilitas dan MQ telah sesuai spesifikasi, sedangkan untuk nilai *flow* sangat tinggi yang dapat menyebabkan campuran menjadi plastis dan terjadinya *bleeding*.

2. Penggunaan abu batu kapur dan abu tempurung kelapa dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran aspal beton AC-BC, variasi optimum didapatkan pada variasi *filler* 25% abu batu kapur dan 75% abu tempurung kelapa, dimana nilai stabilitas didapatkan sebesar 1516,36 Kg nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu minimal 800 Kg. Selanjutnya untuk *flow* didapatkan nilai sebesar 3,910 cm dan telah memenuhi syarat antara 2 – 4 cm. Untuk seluruh karakteristik Marshall lainnya menunjukkan bahwa, pada variasi 25:75 menunjukkan seluruh nilai karakteristik Marshall telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 yang disyaratkan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dilaboratorium dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Pada saat pengujian analisa saringan diharapkan pengayakan material lebih baik atau teliti karena pengayakan dilakukan secara manual, agar didapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Pada saat percampuran dan memasukkan *hot mix* dalam cetakan diperlukan alat pencampur dengan akurasi tinggi serta ketelitian yang baik, supaya campuran dapat merata dengan sempurna dan agar tidak ada material yang jatuh/keluar yang dapat menyebabkan volume benda uji menjadi berkurang. Sehingga didapatkan hasil yang lebih baik.

## Daftar Kepustakaan

- Anonim, 2010, *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen PU, Jakarta
- Anonim, 2014, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan 2010 Revisi 3, Divisi IV Perkerasan Aspal*, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen PU, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Said Jalalul Akbar, Wesli, 2014, *Studi Korelasi Daya Dukung Tanah Dengan Indek Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga*, Teras Jurnal Vol 4 No 1, Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, hal 61-70

- Suprpto, 2004, ***Bahan Dan Struktur Jalan Raya***, Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003. ***Beton Aspal Campuran Panas***, Edisi Pertama, Granit, Jakarta.
- Sutopo, J. L., 2015, ***Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu Bara Terhadap Stabilitas Dan Durabilitas Pada Campuran Aspal Beton AC-BC***, Skripsi, Universitas Malikussaleh, Lokseumawe.
- Wardiyatmoko, K., 2006, ***Geografi SMA Kelas XI***, Erlangga, Jakarta.