

Studi Penggunaan Limbah Las Karbit Untuk Bahan Tambah Pada Perkerasan Laston Gradasi AC-WC

SHEZY NURHAYATI PERMANA¹, DWI PRASETYANTO², RAHMI ZURNI²

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional

²Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional

Email : shezypermana93@gmail.com

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi yang menghubungkan satu daerah ke daerah lainnya serta meningkatkan proses perkembangan ekonomi masyarakat. Seiring berkembangnya kendaraan semakin bervariasi mulai dari jenis kendaraan dan berat kendaraan, hal tersebut mengakibatkan lapisan perkerasan sering mengalami kerusakan, oleh karena itu diperlukan adanya penelitian perkerasan yang kuat menahan deformasi pada beban lalu lintas. Penelitian ini dilakukan pada Laston AC-WC menggunakan aspal pen 60 bercampur dengan limbah las karbit 2,5 % dan 5 %. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui parameter Marshall dari karakteristik beton aspal dengan jenis aspal yang berbeda. Hasil dari parameter Marshall didapat kadar aspal optimum (KAO) untuk aspal 0 % sebesar 6,6 %, aspal karbit 2,5 % didapat 6,7 %, dan untuk aspal karbit 5 % sebesar 6,8 %.

Kata kunci : Limbah Las Karbit, Laston AC-WC, Bahan Tambah.

ABSTRACT

The road is the infrastructure of transportation which connects an area to the others, then able to increase economic development. By increasing the number of vehicles, the projection plan of pavement could not be the reference, where the layer of pavement having decay considerably is the surface of the layer. Therefore, it is necessary to have a study of pavement which is able to sustain deformations regarding to loads of traffic. This research was conducted for Laston AC-WC using penetration 60 of asphalt mixing waste carbide of weild 2.5% and 5%. The purpose of this study is to understand the Marshall parameter as characteristic of the asphalt concretes and samples. The results of Marshall parameter showed that the Optimum Asphalt Content, which was obtained were 6.6%;6.7%; and 6.8% for asphalt 0%; waste of carbide of weild 2.5% and 5%.

Keywords : asphalt modification, waste carbide of weild, Laston AC-WC

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi untuk menghubungkan satu daerah ke daerah lainnya serta dapat juga meningkatkan proses perkembangan ekonomi masyarakat. Seiring berkembangnya, kendaraan semakin bervariasi mulai dari jenis kendaraan dan berat kendaraan, hal tersebut mengakibatkan lapis perkerasan tidak sesuai dengan umur yang direncanakan. Lapisan perkerasan yang sering mengalami kerusakan berada pada lapisan permukaan oleh karena itu diperlukan adanya penelitian perkerasan yang kuat menahan deformasi pada beban lalu lintas.

Salah satu bahan penyusun dari sebuah perkerasan jalan yang mempunyai fungsi sebagai bahan pengikat yaitu aspal. Aspal mempunyai fungsi sebagai bahan pengikat dan pengisi rongga dan pori antar agregat. Perkerasan yang sesuai dengan umur rencana harus diperhatikan material campurannya. Banyak bahan tambah yang dapat digunakan pada campuran perkerasan. Alternatif yang dapat dijadikan bahan pada penelitian seperti *fly ash*, kapur, limbah las karbit, *spent catalyst*.

Untuk mengurangi keterbatasan material aspal, limbah las karbit bisa dijadikan sebagai bahan pengganti sebagian atau penambah aspal. Sisa las karbit melimpah sebagai limbah. Ketersediaan limbah las karbit di Indonesia mudah didapat serta limbah las karbit lebih tahan terhadap perubahan suhu, sehingga lapis permukaan jalan mampu menahan deformasi. Saat ini banyak penelitian tentang aspal modifikasi salah satunya dengan menggunakan bahan polimer, sedangkan pada penelitian ini dicoba memodifikasi aspal dengan limbah las karbit sebagai bahan tambah yang diharapkan mampu memperbaiki karakteristik aspal.

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui parameter Marshall sebagai karakteristik fisik beton aspal dari benda uji yang memanfaatkan sisa las karbit sebagai bahan tambah pada aspal yang digunakan untuk lapisan pengikat aus.

2. TINJAUAN PUSTAKA

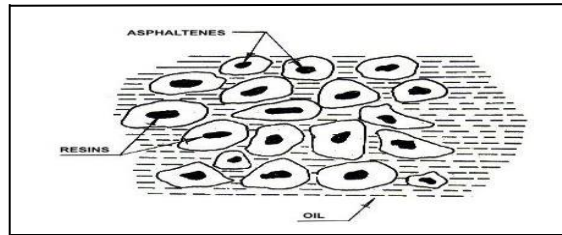
2.1 Bahan Pengikat (Aspal)

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya. Sifat viskoelastis inilah yang membuat aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa pelayanannya. Pada dasarnya aspal terbuat dari suatu rantai hidrokarbon yang disebut bitumen, oleh sebab itu aspal sering disebut material berbituminous.

2.2 Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur hidrokarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Disamping itu setiap sumber dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang beragam. Komposisi aspal terdiri dari *asphaltene* dan *maltene*. *Asphaltene* sebagai *filler* merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *heptane*. *Maltenes* larut dalam *heptane*, *heptane* merupakan material cairan kental yang terdiri dari resin dan oil. *Resin* merupakan prapolimer yang memiliki plastisitas tinggi, berwarna kuning atau coklat yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan oil yang berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaltene* dan *resin*. *Maltenes* merupakan komposisi yang mudah berubah sesuai perubahan temperatur dan umur pelayanan.

Proporsi dari asphaltene, resin, dan oil berbeda-beda tergantung dari banyak faktor seperti kemungkinan beroksidasi, proses pembuatannya, dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran. Bagian komposisi aspal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian Komposisi Aspal (Sumber: Sukirman, S., 2012)

Aspal yang akan dicampur dengan limbah las karbit adalah aspal yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga, 2010 revisi 3. Adapun penggunaan limbah las karbit terhadap persentase berat aspal. Pengujian yang dilakukan meliputi

- a. Penetrasi
- b. Titik Lembek
- c. Daktilitas (SNI 06-2432-1991)
- d. Berat Jenis Aspal Padat
- e. Titik Nyala dan Titik Bakar
- f. Viskositas
- g. Kelarutan Bahan Bitumen
- h. Kelekatan Terhadap Agregat (SNI 03-2439-1991)
- i. TFOT / Berat yang Hilang

2.3 Limbah Las Karbit

Limbah las karbit adalah sisa pembakaran karbit yang tidak terpakai. Limbah las karbit dapat pula meningkatkan kinerja aspal, yang dalam hal ini mempengaruhi karakteristik campuran seperti persen rongga dan ketahanan terhadap deformasi. Pada penelitian ini limbah las karbit tidak diperiksa kandungan kimianya, tetapi komposisi limbah las karbit yang digunakan menggunakan studi terdahulu. Gambar limbah las karbit terdapat pada Gambar 2 dan komposisi limbah las karbit terdapat pada Tabel 1.



Gambar 2. Limbah Las Karbit (Sumber: <http://id.wikipedia.org>)

Tabel 1. Komposisi Limbah Las Karbit

Komposisi Kimia	Kandungan (%)
SiO ₂	0,5
Fe ₂ O ₃	0,04
Al ₂ O ₃	3,2
CaO	72,33
Lain-lain	23,93

Sumber: <http://repository.usu.ac.id>

2.4 Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya, ukuran butir dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos atau tertahan, yang dihitung berdasarkan berat agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dalam proses pelaksanaan. Penentuan distribusi ukuran agregat akan mempengaruhi kekakuan jenis campuran aspal. Spesifikasi teknis Gradasi Laston (AC) diberikan pada Tabel 2..

Tabel 2. Spesifikasi Gradasi Laston (AC)

No	Ukuran ayakan Bukaan (mm)	% Berat yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran LASTON (AC)		
		WC	BC	Base
1½ inci	37,5	-	-	100
1 inci	25	-	100	90 - 100
¾ inci	19	100	90 - 100	76 - 90
½ inci	12,5	90 - 100	75 - 90	60 - 78
3/8 inci	9,5	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No. 4	4,75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
No. 8	2,36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No. 16	1,18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
No. 30	0,6	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,3	9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,15	6 - 15	5 - 13	4 - 10
No. 200	0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: Bina Marga, 2010

2.5 Rencana Kerja

Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penyusunan rencana kerja dan persiapan bahan, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pelaksanaan penelitian. Pengolahan limbah las karbit dilakukan dengan cara mengayak, agar mendapatkan limbah las karbit murni. Limbah las karbit yang akan digunakan adalah limbah las karbit yang persentase paling besar tertahan oleh saringan. Setelah melakukan persiapan bahan, dilakukan pembuatan dan pemeriksaan aspal Shell bercampur limbah las karbit. Setelah pemeriksaan dilakukan, dilanjutkan dengan pengujian aspal Shell bercampur dengan limbah las karbit. Pengujian dilakukan sesuai dengan persyaratan aspal. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan berat jenis agregat.

2.6 Pembuatan Aspal Bercampur Limbah Las Karbit

Penambahan limbah las karbit ke dalam aspal sebagai campuran perkerasan dapat dilakukan dengan cara menambahkan limbah las karbit terlebih dahulu ke dalam aspal sehingga terbentuk campuran aspal bercampur limbah las karbit. Agar diperoleh penyebaran partikel limbah las karbit dengan baik dan cepat, maka pencampuran limbah las karbit dan aspal sebaiknya dilakukan dalam keadaan panas. Akhirnya seluruh partikel limbah las karbit tersebar dan membentuk campuran aspal yang homogen.

Penelitian ini dilakukan pencampuran aspal shell pen 60 dengan limbah las karbit yang berkadar 0%, 2,5%, dan 5% terhadap berat aspal. Metode pencampuran limbah las karbit yaitu aspal dipanaskan hingga mencapai suhu yang diinginkan tergantung dari tingkat kekerasan aspal, kemudian limbah las karbit ditambahkan pada aspal dan dilanjutkan

pengadukan selama ± 20 menit. Setelah mencapai waktu ± 20 menit campuran kurang merata atau homogen campuran dipanaskan $\pm 110^\circ\text{C}$ kemudian campuran diaduk kembali selama ± 10 menit. Setelah tercampur merata benda uji siap untuk diuji sesuai dengan persyaratan aspal.

2.7 Pembuatan Benda Uji Aspal Karbit

Langkah-langkah persiapan benda uji sebagai berikut

1. Agregat dibersihkan
2. Pengeringan agregat
3. Perhitungan berat tertahan untuk masing-masing ayakan
4. Perhitungan KAA dengan rumus
$$\text{KAA} = 0.035 (\% \text{ CA}) + 0.045 (\% \text{ FA}) + 0.18 (\% \text{ filler}) + K \dots\dots\dots(1)$$

CA = Persen agregat tertahan ayakan no 8
FA = Persen agregat lolos ayakan no 8 dan tertahan ayakan no.200
Filler = Persen agregat lolos ayakan no.200
K = Konstanta 0,5-1,0 untuk laston dan laston
5. Penimbangan berat tertahan pada masing-masing ayakan
6. Pencampuran berat agregat yang telah ditimbang
7. Pelaksanaan pembuatan benda uji.
 - a. Agregat ditimbang sesuai Butir 5 dan dipanaskan sampai mencapai suhu pencampuran.
 - b. Aspal dipanaskan sampai temperatur $\pm 165^\circ\text{C}$ dan ditimbang.
 - c. Agregat dan aspal dicampur kemudian dipanaskan kembali sampai dengan suhu pemadatan.
 - d. Campuran agregat dimasukkan kedalam *mold* berukuran standar dan ditusuk-tusuk dengan *spatula* sebanyak 10 kali pada bagian tengah dan 15 kali pada bagian sisinya, setelah itu ditumbuk. Jumlah tumbukan yang dilakukan tergantung pada perencanaan lalulintas. Pada penelitian ini diasumsikan untuk penggunaan jenis lalu lintas berat dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali.
 - e. Setelah selesai ditumbuk kemudian dibiarkan selama 24 jam pada temperatur suhu ruangan, lalu dikeluarkan dari mold dengan menggunakan dongkrak.
 - f. Selanjutnya benda uji ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji kering, kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari rendaman dan dikeringkan hingga mencapai kondisi SSD, kemudian ditimbang beratnya pada kondisi SSD dan dalam air.
 - g. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari rendaman dan dikeringkan hingga mencapai kondisi SSD, kemudian ditimbang beratnya pada kondisi SSD dan dalam air. Setelah itu benda uji direndam dalam *waterbath* pada temperatur 60°C selama 30 sampai 40 menit lalu benda uji diangkat dan dilakukan pengujian Marshall sehingga diperoleh nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).

3. ANALISIS DATA

3.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Kasar dan Halus

Pengujian berat jenis untuk agregat kasar mengikuti prosedur SNI 03-1969-1990 sedangkan untuk agregat halus mengikuti prosedur SNI 03-1970-1990. Adapun hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Ukuran Ayakan			
	1/2	3/4	No.4	No.8
Berat Jenis (<i>bulk</i>)	2,529	2,519	2,487	2,376
Berat Jenis Permukaan Jenuh (<i>SSD</i>)	2,601	2,591	2,547	2,436
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,723	2,714	2,647	2,527
Penyerapan (<i>Absorption</i>) (%)	2,815	2,853	2,428	2,518
Berat Jenis Efektif	2,626	2,616	2,567	2,452

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus dan Filler

Jenis Pengujian	Ukuran Ayakan				
	No.16	No.30	No.50	No.100	No.200
Berat Jenis (<i>bulk</i>)	2,404	2,267	2,316	2,608	2,412
Berat Jenis Permukaan Jenuh	2,459	2,325	2,370	2,682	2,473
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,545	2,405	2,448	2,817	2,568
Penyerapan (<i>Absorption</i>) (%)	2,312	2,522	2,333	2,838	2,522
Berat Jenis Efektif	2,475	2,336	2,382	2,713	2,490
Berat Jenis Filler	2,525				

3.3 Berat Jenis Agregat Campuran

Perhitungan berat jenis *bulk* campuran dan berat jenis efektif campuran pembentuk beton aspal dapat dihitung menggunakan rumus dibawah dan hasil dapat dilihat pada tabel 5

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{b1}} + \frac{P_2}{G_{b2}} + \frac{P_3}{G_{b3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{bn}}}$$

Rumus perhitungan berat jenis efektif campuran sebagai berikut

$$G_{se} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{e1}} + \frac{P_2}{G_{e2}} + \frac{P_3}{G_{e3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{en}}}$$

Tabel 5. Berat Jenis Agregat Campuran

Berat Jenis Bulk Campuran (<i>Gsb</i>)	Berat Jenis Efektif Campuran (<i>Gsb</i>)
2,435	2,509

3.4 Data Hasil Pengujian Marshall

Hasil pengujian Marshall dengan menggunakan aspal karbit 0 %, 2,5 %, 5 % dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Parameter Marshall Aspal 0%, Aspal Karbit 2,5% dan 5%

Kadar Aspal	Benda Uji	VIM (%)			VMA (%)			VFA (%)			Stabilitas (kg)			Flow (mm)		
		0%	2,5%	5%	0%	2,5%	5%	0%	2,5%	5%	0%	2,5%	5%	0%	2,5%	5%
5%	1	7,6	9,2	8,1	17,0	17,0	15,8	55,2	46,0	48,9	1354	1089	1085	3,31	3,97	4,97
	2	7,8	8,2	8,6	17,2	16,1	16,3	54,6	49,0	47,0	1318	1236	1007	4,84	4,36	4,36
	3	8,0	8,3	7,9	17,3	16,2	15,7	54,0	48,8	49,3	1042	1099	1511	3,17	5,21	3,88
5,5%	1	6,8	7,9	6,2	17,3	16,8	15,1	60,5	53,2	58,7	1273	1089	1649	2,92	4,32	4,32
	2	6,1	6,6	7,6	16,7	15,7	16,4	63,2	57,8	53,4	1611	1213	1454	3,30	3,81	3,81
	3	7,5	7,9	6,5	17,9	16,9	15,4	58,0	52,9	57,5	1214	1067	1438	2,72	3,88	3,88
6%	1	5,1	6,0	5,5	16,8	16,1	15,5	69,4	63,0	64,2	1570	1522	1629	3,82	4,09	4,21
	2	5,2	4,9	5,9	16,8	15,2	15,8	69,3	67,5	62,6	1475	1583	1619	3,12	3,41	3,68
	3	5,2	6,1	6,6	16,8	16,2	16,4	69,2	62,5	59,6	1557	1224	1655	3,15	4,11	4,58
6,5%	1	3,0	4,6	4,8	15,9	15,9	15,8	81,2	70,9	69,4	1533	1256	1611	3,10	4,56	3,20
	2	4,6	4,8	4,8	17,3	16,0	15,8	73,3	70,1	69,6	1538	1258	1627	3,53	3,10	3,34
	3	3,7	4,2	4,6	16,5	15,5	15,6	77,4	73,2	70,4	1455	1617	1565	3,33	4,46	3,50
7%	1	3,9	3,1	2,7	17,7	15,6	14,9	77,7	80,0	81,9	1145	1385	1564	3,45	3,97	3,88
	2	3,0	3,2	3,2	16,8	15,6	15,4	82,4	79,5	79,0	1524	1471	1360	2,98	4,87	2,89
	3	2,6	3,5	3,6	16,6	15,9	15,7	84,0	78,1	77,2	1520	1207	1504	2,99	3,92	4,20
7,5%	1	1,9	2,2	1,8	16,9	15,7	15,1	88,6	86,2	88,4	1460	1317	1340	3,64	3,85	4,20
	2	1,4	2,3	2,7	16,5	15,9	15,9	91,5	85,3	83,2	1082	1405	1426	3,70	4,20	3,50
	3	2,4	2,0	2,0	17,3	15,6	15,3	86,2	87,4	87,0	1519	1131	1344	2,90	4,80	3,68

3.5 Nilai Kadar Aspal Optimum

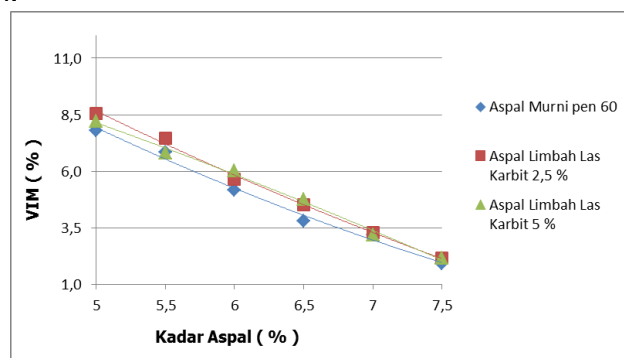
Penentuan kadar aspal optimum diperoleh dari parameter-parameter Marshall yang diplot sesuai dengan persyaratan campuran aspal modifikasi. Penggunaan kadar aspal yang digunakan pada campuran Laston AC-WC memiliki nilai kadar aspal optimum yang memenuhi spesifikasi. Nilai KAO untuk aspal shell pen 60 didapatkan 6,6 % , untuk nilai KAO aspal karbit 2,5 % didapatkan 6,7 % dan untuk aspal karbit 5 % didapatkan 6,8 %.

3.6 Analisis Parameter Marshall

Analisis hasil campuran Laston AC-WC dengan menggunakan limbah las karbit 0%, 2,5%, dan 5% terhadap parameter Marshall. Parameter Marshall ini dibutuhkan agar dapat melihat konsistensi hasil pengujian dengan menggambarkan grafik hubungan antara kadar aspal dan parameter marshall.

3.6.1 Analisis Nilai VIM

Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai VIM pada campuran aspal modifikasi cenderung lebih besar untuk campuran aspal karbit 2,5 % maupun 5 %, besarnya nilai VIM pada campuran aspal karbit dipengaruhi oleh aspal yang lebih keras, sehingga kurang baik untuk mengisi pori agregat pada campuran, hal ini berbeda dengan nilai VIM aspal 0% yang lebih mampu mengisi pori campuran.

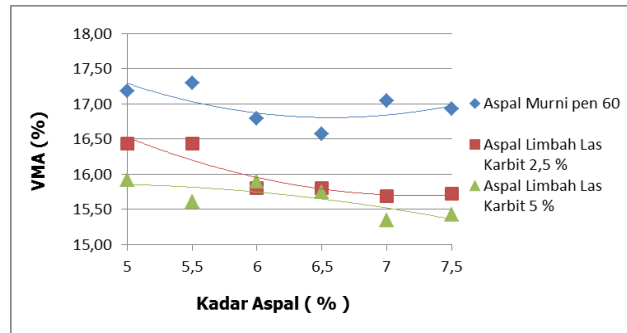


Gambar 4. Perbandingan Nilai VIM

Gambar 4. dapat dilihat bahwa nilai VIM pada campuran aspal modifikasi cenderung lebih besar untuk campuran aspal karbit 2,5 % maupun 5 %, besarnya nilai VIM pada campuran aspal karbit dipengaruhi oleh aspal yang lebih keras, sehingga kurang baik untuk mengisi pori agregat pada campuran, hal ini berbeda dengan nilai VIM aspal 0% yang lebih mampu mengisi pori campuran.

3.6.2 Analisis Nilai VMA

VMA adalah volume rongga di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan. VMA akan meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai VMA yang didapat dari ketiga campuran dapat dilihat pada Gambar 5.

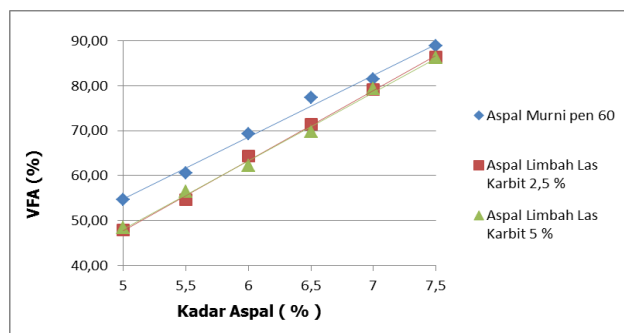


Gambar 5. Perbandingan Nilai VMA

Nilai VMA seperti pada gambar 4.5 aspal karbit lebih kecil dibanding 0%. Nilai VMA aspal karbit 2,5% yang didapat lebih besar dibandingkan dengan 5%. Kecilnya nilai VMA pada aspal karbit 5 % dipengaruhi oleh limbah las karbit yang mampu mengisi rongga antara agregat.

3.4.3 Analisis Nilai VFA

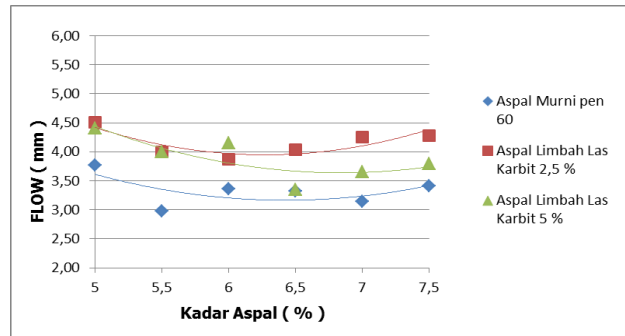
VFA (*Void Filled Asphalt*) merupakan banyaknya aspal yang mengisi butiran agregat pada campuran. Nilai VFA dari hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada Gambar 6, nilai VFA pada campuran aspal karbit lebih kecil dibandingkan aspal 0 %. Kecilnya nilai VFA pada campuran modifikasi dipengaruhi oleh komposisi aspal las karbit yang banyak. Komposisi limbah las karbit pada aspal mempengaruhi sifat aspal yang cepat dingin, aspal yang cepat dingin mengakibatkan kurangnya mengisi rongga agregat sehingga nilai VFA pada aspal karbit lebih kecil.



Gambar 6. Perbandingan Nilai VFA

3.4.4 Analisis Nilai Flow

Nilai flow merupakan parameter untuk mengukur besarnya kelelahan pada campuran. Nilai flow akan terus meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai flow tersebut dapat dilihat pada gambar 7.

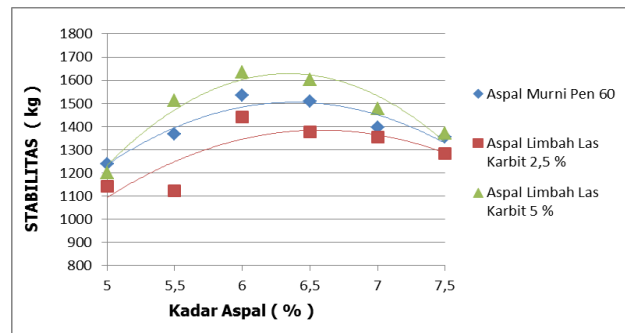


Gambar 7. Perbandingan Nilai Flow

Nilai Flow (kelelehan) pada campuran aspal menurun dengan bertambahnya kadar aspal dan pada kadar aspal tertentu meningkat baik yang 0 % maupun aspal karbit. Aspal karbit memiliki nilai flow yang lebih besar dibandingkan dengan aspal 0 %. Besarnya nilai flow dipengaruhi oleh gaya ikat aspal yang memelihara kontak antara butir agregat.

3.4.5 Analisis Nilai Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas campuran aspal yang menggunakan limbah las karbit 5 % lebih besar dibandingkan dengan campuran aspal karbit 2,5 % dan 0 %, hal ini dikarenakan nilai campuran beton aspal dengan menggunakan limbah las karbit memiliki rongga yang sedikit sehingga mempengaruhi butir antara agregat cukup baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari data pengujian di laboratorium, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aspal yang digunakan menggunakan aspal shell pen 60 yang memenuhi spesifikasi, dan aspal modifikasi limbah las karbit mengacu pada spesifikasi aspal modifikasi.
2. Kadar aspal optimum yang didapat untuk 0 % sebesar 6,46 %, aspal modifikasi 2,5 % sebesar 6,65 %, dan untuk aspal modifikasi 5 % sebesar 6,62 %.
3. Nilai VIM pada campuran aspal 0 % cenderung lebih kecil dibandingkan dengan campuran aspal modifikasi limbah las karbit baik yang 2,5 % maupun 5 %.
4. Stabilitas dengan menggunakan aspal modifikasi limbah las karbit 5% lebih besar dibandingkan dengan aspal modifikasi 2,5%. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh rongga (VMA) yang kecil yang mengakibatkan interlocking antara agregat yang cukup baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Departemen Pekerjaan Umum, (2010), Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, "*Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal Revisi 3*".
- Nur Syamsi, F., (2014), "*Studi Penggunaan Aspal Modifikasi Dengan Getah Pinus Pada Campuran Beton Aspal*", Skripsi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Nasional.
- Sukirman, S., (2012), "*Beton Aspal Campuran Panas*", Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Limbah Las Karbit, <http://id.wikipedia.org//limbahlaskarbit>. Dipetik 20 Juli, 2015.
- Limbah Las Karbit, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/4/Chapter%20II.pdf>. Dipetik 20 Juli, 2015.
- Wiharto. M M, (2015), "*Studi Penggunaan Limbah Las Karbit sebagai substitusi sebagian aspal pen 60'*", Skripsi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Nasional.