

Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE)

Bustamin Abd. Razak^{1,a} dan Andi Erdiansa^{1,b}

¹ Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

^a bustamin.ar@poliupg.ac.id

^b erdiansaandi@yahoo.co.id

Abstract— This study aims to determine the effect of using plastic waste Low Density polyethylene (LDPE) on the characteristics of a mixture of AC- WC . This study used five plastic content variation is 1 % , 2 % , 3 % , 4 % , and 5 % to determine the characteristics of the AC- WC . The method used in this study is a test that aims marshall know the characteristics , the performance of the mixture , and the optimum level of use of asphalt in the mix AC- WC . The results showed that the characteristic value AC- WC that include the percentage of plastic content obtained from the testing of 1 % -5 % of the optimum bitumen content , if the levels of plastic in bitumen is added , the value of stability , flow , and marshall quotient increase and decrease unstable , while the value of VFB and the density increases, and the value of VIM and VMA decreases .

Keywords—LDPE; Marshall; AC-WC

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada karakteristik campuran AC-WC. Pada penelitian ini digunakan 5 variasi kadar plastik yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% untuk mengetahui karakteristik AC-WC. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *marshall test* yang bertujuan mengetahui karakteristik, kinerja campuran, dan kadar optimum penggunaan aspal pada campuran AC-WC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai karakteristik AC-WC yang meliputi persentase kadar plastik yang diperoleh dari hasil pengujian 1%-5% dari jumlah kadar aspal optimum, jika kadar plastik dalam aspal ditambahkan maka nilai stabilitas, *flow*, dan *marshall quotient* mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak stabil, sedangkan nilai VFB dan kepadatan meningkat, dan nilai VIM dan VMA menurun.

Kata Kunci— LDPE; Marshall; AC-WC

I. Pendahuluan

Banyaknya jalan raya yang mengalami kerusakan, sebagian besar diakibatkan oleh konstruksi jalan yang tidak sesuai dengan pemakaian, ditambah lagi dengan tingginya curah hujan di Indonesia. Banyak jalan raya khususnya jalan lintas provinsi yang mengalami kerusakan baik kecil, menengah maupun berat sehingga diperlukan penanganan yang serius tentang kerusakan jalan yang ada di Indonesia.

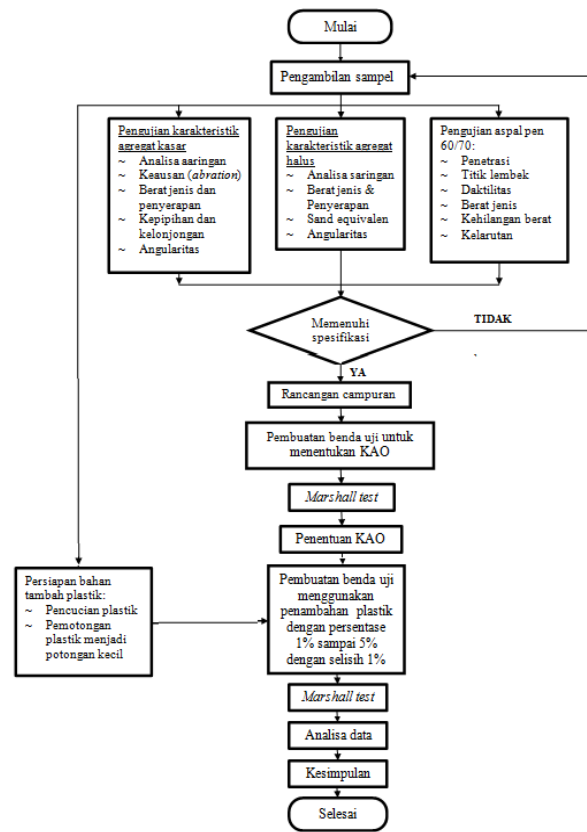
Perencanaan yang baik merupakan langkah awal dalam usaha untuk mencapai hasil yang diinginkan. Pekerjaan yang melibatkan material-material tertentu tetapi tidak terencana dengan baik akan menimbulkan beberapa kesulitan dan masalah seperti kualitas pekerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi atau persyaratan yang diharapkan. Untuk daerah tropis seperti Indonesia jenis aspal yang sering digunakan adalah jenis aspal keras Pen 60/70 dimana titik lelehnya berkisar antara 48-58. Selain itu, Indonesia yang beriklim tropis menjadi faktor penyebab kerusakan dini seperti hancurnya lapisan permukaan jalan aspal akibat perubahan cuaca yang sangat cepat maupun beban yang melewati jalan tersebut, karena untuk waktu dan daerah tertentu, suhu jalan bisa mencapai 70°C yang menyebabkan aspal menjadi meleleh sehingga aspal yang melekat pada agregat terpisah. Pemisahan agregat dan aspal ini (*bleeding*) yang merupakan penyebab aspal begitu mudah tererosi akibat kikisan air atau tidak tahannya beban yang begitu berat saat melintas diatas aspal jalan raya. Aspal dibuat dari distilat terakhir dari

minyak bumi yang mengandung rantai karbon, oksigen dan hidrogen serta sedikit sulfur dan nitrogen.

Dari kandungan senyawa yang ada pada aspal sangat memungkinkan diperkuat ketahanannya melalui reaksi dengan bahan polimer sintesis maupun polimer alam. Selain dapat mengoptimalkan karakteristik aspal penggunaan plastik sebagai bahan tambah pada aspal juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan karena sebagaimana yang diketahui, plastik yang mulai digunakan sekitar 50 tahun yang silam, kini telah menjadi barang yang tidak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Diperkirakan ada 500 juta sampai 1 milyar plastik *low density polyethylene* (LDPE) digunakan penduduk dunia dalam satu tahun. Konsumsi berlebih terhadap plastik pun mengakibatkan jumlah sampah plastik yang besar sementara waktu plastik untuk *terdekomposisi* (terurai) dengan sempurna diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun lamanya.

II. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jalan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea, Makassar. Dimulai pada tanggal 14 Mei 2012 sampai bulan Oktober 2012. Dimana secara garis besar metode Penelitian ini tergambar dalam bagan alir berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Material

1. Agregat kasar

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar untuk rancangan campuran laston lapis aus adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	SNI 03-4142-1996	Tabel	-	-	%
Angularitas		93,19			%
Abrasi dengan mesin <i>los angeles</i>	SNI 2417:2008	19,10	-	30	%
Berat jenis dan penyerapan	SNI 1969:2008				
1. Bulk		2,58		3	%
2. SSD		2,62			
3. Apparent		2,69			
4. Penyerapan		1,53			

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah 0,5-1)

Jenis pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	SNI 03-4142-1996	Lampiran	-	-	%
Angularitas		97.83			
Berat jenis dan penyerapan	SNI 1969:2008	2.55	3		%
1. Bulk		2.60			
2. SSD		2.69			
3. Apparent		1.92			
4. Penyerapan					

2. Abu batu

Hasil pemeriksaan karakteristik abu batu untuk rancangan campuran laston lapis aus adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Abu Batu)

Jenis pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	SNI 03-4428-1997	Lampiran	-	-	%
Berat jenis dan penyerapan		2.72	3		%
1) Bulk		2.74			
2) SSD		2.79			
3) Apparent		0.93			
4) Penyerapan					
Sand equivalent	AASHTO T-176	77.63	50		%

3. Bahan pengikat (aspal)

Hasil pemeriksaan karakteristik aspal penetrasi 60/70 untuk rancangan campuran AC-WC adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

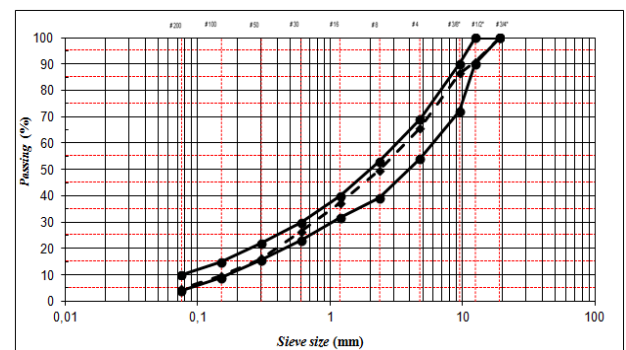
Jenis pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Penetrasi (25° C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	68.5	60	70	Mm
Titik lembek, °C	SNI 06-2434-1991	48.1	48	58	°C
Kelekatatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	100,0	95	-	%
Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1.041	1	-	gr/ml
Daktilitas, 25° C	SNI 06-2432-1991	117.5	100	-	Cm
Kelarutan dalam CCL ₄	ASTM D5546	99.03	99	-	%
Pengujian setelah TFOT					
Kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	0.3	-	1	%
Daktilitas, 25° C	SNI 06-2432-1991	106.5	100	-	Cm
Penetrasi pada suhu 25° C	SNI 06-2456-1991	54.8	54	-	%

B. Hasil Rancangan AC-WC

1. Rancangan AC-WC agregat original

Tabel 5. Gradasi Gabungan Agregat

Saringan	ASTM (mm)	Kumulatif lolos				Penggabungan agregat AC-WC (halus)				Spek.	
		Agregat (1-2)	Agregat (0,5-1)	Abu batu	Filler	Agregat (1-2) 14%	Agregat (0,5-1) 26%	Abu batu 58%	Filler 2%		
3/4"	19	100.00	100.00	100.00	100	14.00	26.00	58.00	2.0	100.00	100
1/2"	12.5	34.06	100.00	100.00	100	4.77	26.00	58.00	2.0	90.77	90-100
3/8"	9.5	10.64	96.35	100.00	100	1.49	25.05	58.00	2.0	86.54	72-90
# 4	4.75	1.05	21.75	100.00	100	0.15	5.66	58.00	2.0	65.80	54-69
# 8	2.36	0.37	0.30	81.82	100	0.05	0.08	47.46	2.0	49.59	39.1-53
# 16	1.18	0.34	0.22	60.79	100	0.05	0.06	35.26	2.0	37.36	31.6-40
# 30	0.6	0.30	0.20	42.02	100	0.04	0.05	24.37	2.0	26.46	23.1-30
# 50	0.3	0.25	0.19	24.32	100	0.04	0.05	14.10	2.0	16.19	15.5-22
# 100	0.15	0.22	0.15	13.14	100	0.03	0.04	7.62	2.0	9.69	9-15
# 200	0.75	0.15	0.11	4.45	100	0.02	0.03	2.58	2.0	4.63	4-10



Gambar 2. Grafik Penggabungan Agregat Gabungan Bersih

Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus:

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

Dimana:

P_b = Kadar aspal perkiraan/kadar aspal tengah (ideal), persen terhadap berat campuran

CA = Persen agregat tertahan saringan No.8

FA = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan No.200

FF = Fine Filler lolos saringan 200

Nilai konstanta untuk laston adalah 0,5-1,0

$$P_b = 0,035 (50.41) + 0,045 (44.95) + 0,18 (4.63) + 0,5 = 5,22 \rightarrow 5.5 \%$$

Sehingga digunakan kadar aspal 4,5%; 5%; 5,5 %; 6%; 6,5%; 7%.

Kemudian dari kadar aspal tersebut dibuat masing-masing tiga buah benda uji (*briket*) untuk enam kadar aspal yang berbeda, dimana berat total campuran untuk satu buah benda uji adalah 1200 gram. Dengan kebutuhan agregat sebagai berikut:

Tabel 6. Daftar Timbangan Agregat

Kadar aspal rencana	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%
Total campuran	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Kebutuhan aspal	54.0	60.0	66.0	72.0	78.0	84.0
Berat agregat	1146.0	1140.0	1134.0	1128.0	1122.0	1116.0
Agregat (1-2) 14.00%	160.4	159.6	158.8	157.9	157.1	156.2
Agregat (0,5-1) 26.00%	298.0	296.4	294.8	291.7	291.7	290.2
Abu batu 58.00%	664.7	661.2	657.7	650.8	650.8	647.3
Filler 2.00%	22.9	22.8	22.7	22.4	22.4	22.3
100.0%						
Berat komulatif agregat						
Agregat (1-2)	160.4	159.6	158.8	157.9	157.1	156.2
Agregat (0,5-1)	458.4	456.0	453.6	449.6	448.8	446.4
Abu batu	1123.1	1117.2	1111.3	1100.4	1099.6	1093.7
Filler	1146.0	1140.0	1134.0	1122.8	1122.0	1116.0

Dari hasil pengetesan aspal beton (*laston*) AC-WC yang dibuat dalam bentuk benda uji dengan alat *Marshall*, diperoleh hasil seperti pada tabel analisa hasil pemeriksaan *marshall*, tetapi sebelum masuk analisa tabel hasil pemeriksaan *marshall*, terlebih dahulu harus dihitung:

Tabel 7. Berat Jenis dan Penyerapan Bahan

Material	Berat jenis buik	Berat jenis semu	Berat jenis efektif	Komposisi terhadap total agregat (%)
	A	B	C = (A+B)/2	
Agregat 1-2	2,58	2,69	2,64	14
Agregat 0,5-1	2,55	2,69	2,62	26
Abu Batu	2,72	2,79	2,75	58
Filler	3,14	3,14	3,14	2
Aspal	1,040			

2. Rancangan AC-WC dengan bahan tambah plastik

Kadar aspal efektif campuran AC-WC yang dibuat untuk penelitian adalah 6,31% dari berat campuran yang diperoleh dari hasil pengujian sebelumnya, selanjutnya membuat benda uji dengan kadar aspal efektif yang ditambahkan dengan plastik, dimana persentase penambahan plastik 1%; 2%; 3%; 4%; 5% dari berat aspal efektif sebanyak tiga benda uji setiap kadar plastik kemudian dirata-ratakan.

Tabel 8. Daftar timbangan agregat dengan menggunakan plastik

Kadar plastik rencana	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%
Total campuran	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Kadar aspal efektif (6.31% x 1200)	75.7	75.7	75.7	75.7	75.7	75.7
Kebutuhan aspal	75.7	74.9	74.2	73.4	72.7	71.9
Kebutuhan plastik	0.0	0.8	1.5	2.3	3.0	3.8
Berat agregat	1124.3	1124.3	1124.3	1124.3	1124.3	1124.3
Agregat (1-2) 14.00%	157.4	157.4	157.4	157.4	157.4	157.4
Agregat (0,5-1) 26.00%	292.3	292.3	292.3	292.3	292.3	292.3
Abu batu 58.00%	652.1	652.1	652.1	652.1	652.1	652.1
Filler 2.00%	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
100.0%						
Berat komulatif agregat						
Agregat (1-2)	157.4	157.4	157.4	157.4	157.4	157.4
Agregat (0,5-1)	449.7	449.7	449.7	449.7	449.7	449.7
Abu batu	1101.8	1101.8	1101.8	1101.8	1101.8	1101.8
Filler	1124.3	1124.3	1124.3	1124.3	1124.3	1124.3

Hasil karakteristiknya sebagai berikut:

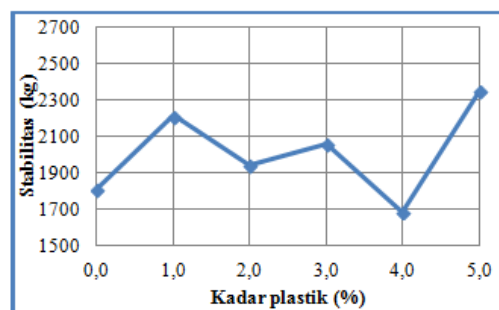
Tabel 9. Rekapitulasi hasil parameter-parameter *marshall test*

Kadar Plastik (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Kepadatan (gr/cm ³)	Koef. <i>marshall</i> (kg/mm)
0.0	4.34	17.19	74.77	1811	3.48	2.35	520.46
1.0	4.26	17.09	75.06	2216	4.41	2.35	504.03
2.0	4.04	16.84	76.01	1946	4.06	2.36	477.67
3.0	3.82	16.61	77.06	2061	3.93	2.36	524.87
4.0	3.75	16.52	77.32	1690	4.43	2.37	385.88
5.0	3.81	16.52	76.92	2350	3.90	2.36	606.26

Setelah mendapatkan hasil pengujian *marshall* hasilnya digambarkan dalam grafik hubungan antara kadar aspal ditambah plastik dengan parameter-parameter yang telah dihitung.

C. Pembahasan

2. Hubungan kadar plastik dan stabilitas



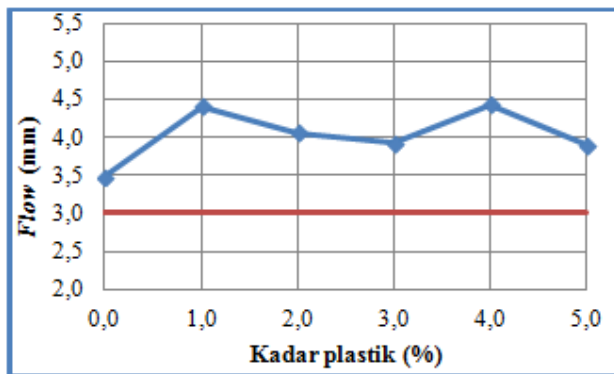
Gambar 3. Hubungan antara kadar plastik dengan nilai stabilitas

Dari diagram di atas menunjukkan bahwa nilai stabilitas dengan menggunakan persentase plastik jenis LDPE sebagai bahan tambah pada rancangan campuran AC–WC mengalami kenaikan dan penurunan dari stabilitas tanpa menggunakan bahan tambah. Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada kadar plastik 5% dan terendah dapat dilihat pada kadar 4%.

Pengaruh penambahan plastik pada aspal terhadap nilai kadar aspal efektif, yaitu untuk aspal murni (plastik 0%), plastik 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% berturut-turut sebesar 6.25%, 6.18%, 6.12%, 6.06%, 5.99% dari berat total campuran. Pada stabilitas, campuran kekuatannya meningkat (stabilitas naik) kecuali pada campuran kadar aspal 6.06% (kadar plastik 4%). Pada campuran aspal murni (plastik 0%) nilai stabilitasnya 1811 kg, sedangkan pada campuran kadar aspal 5.99% (kadar plastik 5%) memiliki nilai stabilitas 2350 kg mengalami kenaikan stabilitas yang sangat tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa dalam pengujian ini, penambahan plastik mempengaruhi nilai stabilitas.

Hal ini disebabkan karena plastik mengisi rongga antar butiran agregat sehingga rongga antar butiran agregat menjadi kecil dan rapat, di samping itu campuran memiliki kadar aspal yang rendah dibandingkan dengan campuran aspal murni (plastik 0%) sehingga mencukupi untuk mengikat antar butir agregat.

2. Hubungan Kadar Plastik dengan Flow



Gambar 4. Hubungan antara kadar plastik dengan Flow

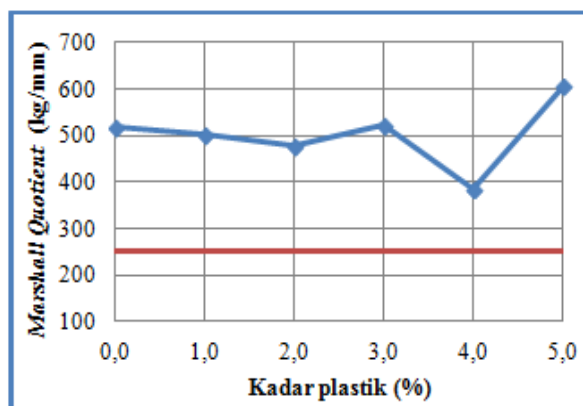
Dari diagram diatas menunjukkan bahwa nilai tertinggi flow dengan menggunakan persentase plastik sebagai bahan tambah pada rancangan campuran AC–WC berada pada kadar persentase 4% dari hasil pengujian yang dilakukan. Nilai flow terendah dapat

dilihat pada kadar plastik 3% dan tidak lebih rendah dari nilai flow pada aspal murni (plastik 0%).

Penambahan plastik pada campuran aspal mempengaruhi nilai flow. Hal ini dapat dilihat pada campuran aspal murni (plastik 0%) dengan nilai flow 3,48 mm dan campuran kadar aspal 5,99% (plastik 5%) dengan nilai 3,99 mm mengalami kenaikan flow apabila ditambah dengan plastik, meskipun hasilnya mengalami kenaikan dan penurunan, tetapi nilainya tidak melewati nilai flow pada campuran aspal murni (plastik 0%).

Hal ini disebabkan karena penambahan kadar aspal akan membuat flow menjadi meningkat, sedangkan pada penelitian ini, apabila dilakukan penambahan plastik maka nilai kadar aspalnya akan berkurang karena berpatokan pada kadar aspal efektif. Jadi dapat dikatakan bahwa plastik dapat bersifat sebagai aspal sehingga menyebabkan kenaikan nilai flow.

3. Hubungan kadar plastik dan marshall quotient (MQ)



Gambar 5. Hubungan antara kadar plastik dengan Nilai MQ

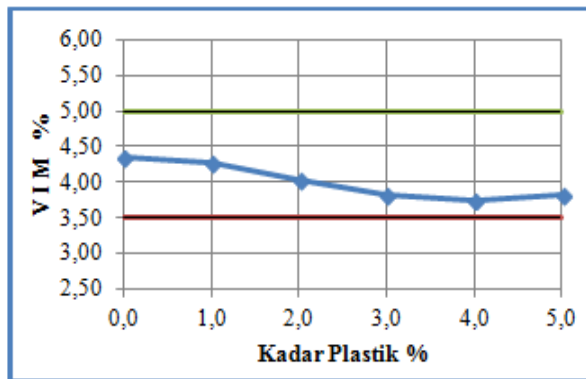
Dari diagram diatas menunjukkan bahwa nilai Marshall Quotient menggunakan persentase plastik sebagai bahan tambah pada rancangan campuran AC–WC mengalami kenaikan dan penurunan dari hasil pengujian yang dilakukan. Namun demikian penambahan plastik dari persentase 1% sampai 5% memenuhi syarat spesifikasi yaitu minimum 250 kg/mm.

Penambahan plastik pada campuran aspal mempengaruhi nilai Marshall Quotient. Hal ini dapat dilihat pada campuran aspal murni (plastik 0%) dengan nilai Marshall Quotient 520.46 kg/mm dan campuran kadar aspal 5,99% (plastik 5%) dengan nilai Marshall

Quotient 606.26 kg/mm mengalami kenaikan apabila ditambah dengan plastik, sedangkan hasil pada kadar aspal 6,25% (plastik 1%), 6,18% (plastik 2%) dan kadar aspal 6,06% (plastik 4%) mengalami penurunan yang lebih rendah dari nilai campuran aspal murni (plastik 0%).

Semakin tinggi nilai kadar aspal maka nilai *Marshall Quotient* semakin menurun, artinya semakin bertambahnya kadar aspal akan menyebabkan campuran menjadi getas, sedangkan penambahan plastik pada aspal menyebabkan peningkatan dan penurunan nilai *Marshall Quotient*, jadi dalam pengujian ini dapat dikatakan bahwa penambahan plastik pada campuran akan mempengaruhi nilai *Marshall Quotient*.

4. Hubungan kadar plastik dengan *void in mix* (VIM)



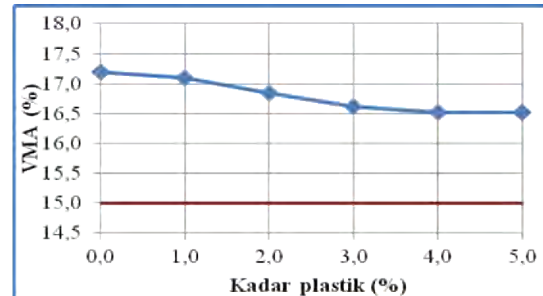
Gambar 6. Hubungan antara kadar plastik dengan Nilai VIM

Dari diagram diatas menunjukkan bahwa nilai VIM campuran AC-WC dengan persentase plastik mengalami penurunan nilai VIM. Penurunan dimulai pada saat penambahan kadar plastik 1% sampai 5%, Nilai VIM tertinggi dapat dilihat pada kadar aspal murni (plastik 0%) dan nilai VIM terendah dapat dilihat pada kadar plastik 4%. Pada campuran aspal murni (plastik 0%) nilai VIM yaitu 4,34%, sedangkan pada campuran kadar aspal 5.99% (kadar plastik 5%) memiliki nilai VIM 3,81% mengalami penurunan, sehingga dapat dikatakan bahwa dalam pengujian ini, penambahan plastik mempengaruhi nilai VIM.

Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *pourous*. Sedangkan dalam penelitian ini, nilai VIM yang diperoleh semakin rendah sehingga menunjukkan semakin kecil rongga dalam campuran.

Hal ini mengakibatkan campuran menjadi rapat sehingga air dan udara sulit memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal tereduksi.

5. Hubungan kadar plastik dan *void in mineral aggregate* (VMA)

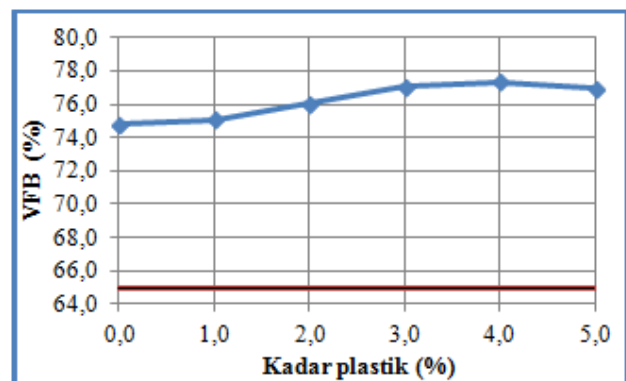


Gambar 7. Hubungan antara kadar plastik dengan Nilai VMA

Dari diagram diatas menunjukkan bahwa nilai VMA pada campuran AC-WC dengan menggunakan plastik mengalami penurunan pada saat penambahan mulai 1% sampai 5%. Nilai VMA tertinggi diperoleh pada kadar plastik 0% dengan nilai VMA 17,19% dan terendah terdapat pada kadar plastik 5% dengan nilai VMA 16,52%.

Penambahan plastik pada campuran aspal mempengaruhi nilai VMA. Agregat bergaradasi baik atau bergaradasi rapat memberikan rongga antar butiran agregat (VMA) yang kecil. Hal ini disebabkan lapisan plastik telah menyelimuti agregat dan menutup sebagian besar rongga antara butiran.

6. Hubungan kadar plastik dan *void fill bitumen* (VFB)



Gambar 8. Hubungan antara kadar plastik dengan Nilai VFB

Dari diagram diatas menunjukkan bahwa nilai VFB pada campuran AC-WC dengan menggunakan plastik

mengalami peningkatan pada saat penambahan persentase kadar plastik dari 1% sampai 5%. Nilai VFB terendah diperoleh pada kadar plastik 0%, dan nilai VFB tertinggi terjadi pada kadar 4%.

Pada campuran aspal murni (plastik 0%) nilai VFB 74,77%, sedangkan pada campuran kadar aspal 5,99% (kadar plastik 5%) memiliki nilai VFB 76,92% mengalami kenaikan, sehingga dapat dikatakan bahwa dalam pengujian ini, penambahan plastik mempengaruhi nilai VFB.

Hal ini disebabkan karena penambahan persentase kadar plastik yang berada dalam aspal mengakibatkan rongga yang berada dalam VMA yang terisi akan semakin bertambah, sehingga mengakibatkan rongga terisi aspal yang bercampur plastik bertambah.

IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium tentang “Tinjauan Karakteristik Campuran AC-WC Akibat Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)” maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) pada karakteristik campuran AC-WC dapat menambah nilai volumetrik campuran AC-WC dimana nilai VIM dan VMA mengalami penurunan, sedangkan pada nilai VFB mengalami kenaikan.

Sedangkan berdasarkan sifat fisik campuran, penambahan limbah plastik mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil, sehingga pengaruh limbah plastik terhadap sifat fisik campuran AC-WC tidak jelas.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak jurusan teknik sipil PNUP yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium serta peralatan yang ada dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Departemen Pekerjaan Umum. 2010.” Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan”. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [2] Haryanto,2010. “Polimer Termoplastic dan Termosetting”, (online) (<http://www.chem-is-try.org>. diakses 29 November 2011).
- [3] Restu, Henry MS.dan N. Antonius .2011. “ Karakteristik Campuran AC-WC dengan Bahan Tambah Plastik”. Makassar.
- [4] S. Silvia. 2003 “Beton Aspal Campuran Panas,” Jakarta: granit.
- [5] Thamrin. 2011. “Limbah Plastik Dapat Memperkuat Aspal”, (Online), (<http://MedanPunya.com>, diakses 29 November 2011)