

PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK (PET) SEBAGAI BAHAN TAMBANG PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE,

Julius Evandanata¹, Desriantomy², dan Supiyan³

¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

Email: juliusvandanata@gmail.com¹, desriantomy@yahoo.co.id²,

supian_ir@yahoo.co.id³/ HP: +6285822723252

ABSTRAK

Jalan mempunyai peran penting terhadap pembangunan wilayah. Salah satu cara pengembangan jalan adalah dengan meningkatkan kualitas kondisi fisik jalan yang mendukung lancarnya pergerakan transportasi. Upaya untuk mencapai kriteria tersebut dilakukan dengan cara meningkatkan kinerja campuran aspal tersebut, misalnya dengan zat tambah. Penelitian ini mencoba bahan tambah lokal yaitu pemanfaatan limbah botol minuman plastik yang dihancurkan menggunakan alat pencacah berbentuk serpihan-serpihan. Pengujian marshall dilakukan dengan 2 tahap, yaitu Pengujian Marshall I dilakukan untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang direncanakan dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%, dan untuk Pengujian Marshall II dilakukan dengan menggunakan KAO yang diperoleh dari pengujian tahap I dengan penambahan bahan tambah plastik jenis PET dengan variasi kadar 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Berdasarkan hasil pengujian Marshall I didapat KAO sebesar 5,33%. Pengujian Marshall II dengan penambahan plastik jenis PET pada variasi kadar bahan tambah yang sudah direncanakan terhadap berat aspal KAO, Parameter Marshall memenuhi spesifikasi, terkecuali nilai Void In Mixture (VIM) pada penambahan kadar plastik sebesar 8% dan 10% yang nilainya berturut-turut yaitu 2,79% dan 2,64%. Dari hasil evaluasi sifat karakteristik Marshall diperoleh rentang Kadar Plastik Maksimum 0% hingga 7,9. Penambahan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) ternyata memberikan pengaruh pada campuran aspal panas AC-WC dan meningkatkan kualitas karakteristik Marshall.

Kata kunci: : ac-wc, *Polyethylene terephthalate*, parameter marshall, kadar aspal optimum

ABSTRACT

Roads play an important role in regional development. One way of road development is to improve the quality of the physical condition of the road that supports the smooth movement of transportation. Efforts to achieve these criteria are carried out by improving the performance of the asphalt mixture, for example with added substances. This study tried a local added material that is the utilization of waste plastic beverage bottles that are destroyed using a chopping tool in the form of flakes. Marshall testing is carried out in 2 stages, Marshall I Testing is carried out to obtain the planned Optimum Asphalt Content (OAC) value with variations in asphalt levels of 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, and 6.5%, and for Marshall II Testing is carried out using OAC obtained from phase I testing with the addition of PET-type plastic-added materials with variations of 2%, 4%, 6%, 8%, and 10%. Based on Marshall I test results obtained OAC by 5.33%. Marshall II testing with

the addition of PET type plastic in the variation of material added content that has been planned to the weight of OAC, Marshall Parameters meet the specifications, except VIM value at the addition of plastic content of 8% and 10% whose value is 2.79% and 2.64% respectively. From the evaluation of marshall characteristic properties obtained a maximum plastic content range of 0% to 7.9. The addition of PET type plastic turns out to have an influence on ac-wc hot asphalt mixture and improve the quality of Marshall characteristics.

Keywords: *ac-wc, polyethylene terephthalate, marshall parameters, optimum asphalt content*

PENDAHULUAN

Jalan sebagai bagian dari prasarana perhubungan darat mempunyai peranan yang sangat penting terhadap pembangunan dan pengembangan wilayah. Sebagai salah satu cara pengembangan jalan adalah dengan meningkatkan kualitas kondisi fisik jalan yang mendukung lancarnya pergerakan transportasi. Kondisi fisik jalan dapat ditingkatkan dengan merencanakan kualitas jalan yang diinginkan sedemikian rupa sehingga tahan terhadap kerusakan-kerusakan yang timbul di permukaan jalan akibat hantaman, gesekan beban roda kendaraan yang lewat di atasnya dan cuaca. Upaya untuk mencapai kriteria tersebut dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kinerja campuran aspal tersebut, misalnya dengan zat tambah (*additive*). Bahan tambah (*additive*) yang sering digunakan seperti *aboccel, roadcel, cellulose, fibres, taifpack-super* merupakan bahan tambah yang harganya masih relatif mahal sehingga secara keseluruhan kurang ekonomis, untuk itu perlu dicari suatu material yang sedapat mungkin bisa merupakan produk lokal dan ekonomis.

Penelitian ini mencoba bahan tambah lokal yaitu berupa pemanfaatan limbah botol minuman plastik sekali pakai yang dihancurkan sedemikian rupa sehingga berbentuk serpihan-serpihan. Karena limbah botol minuman plastik sekali pakai merupakan bahan buangan yang tentunya akan menimbulkan masalah bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Bila material ini dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran aspal jenis *asphalt concrete-wearing course* (ac-wc) maka banyak masalah sekaligus dapat terpecahkan. Dari hasil penelitian ini diharapkan diperoleh alternatif bahan tambah (*additive*) yang murah serta mudah didapat dibanding dengan bahan tambah (*additive*) yang sering digunakan, sehingga dapat membantu memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada perkerasan jalan. Pada penelitian ini plastik PET (*polyethylene terephthalate*) dicacah dengan alat pencacah membentuk serpihan-serpihan dengan ukuran panjang dan lebar kurang dari 1 cm atau 100 % lolos saringan 3/8" dan 90 % lolos saringan No. 4.

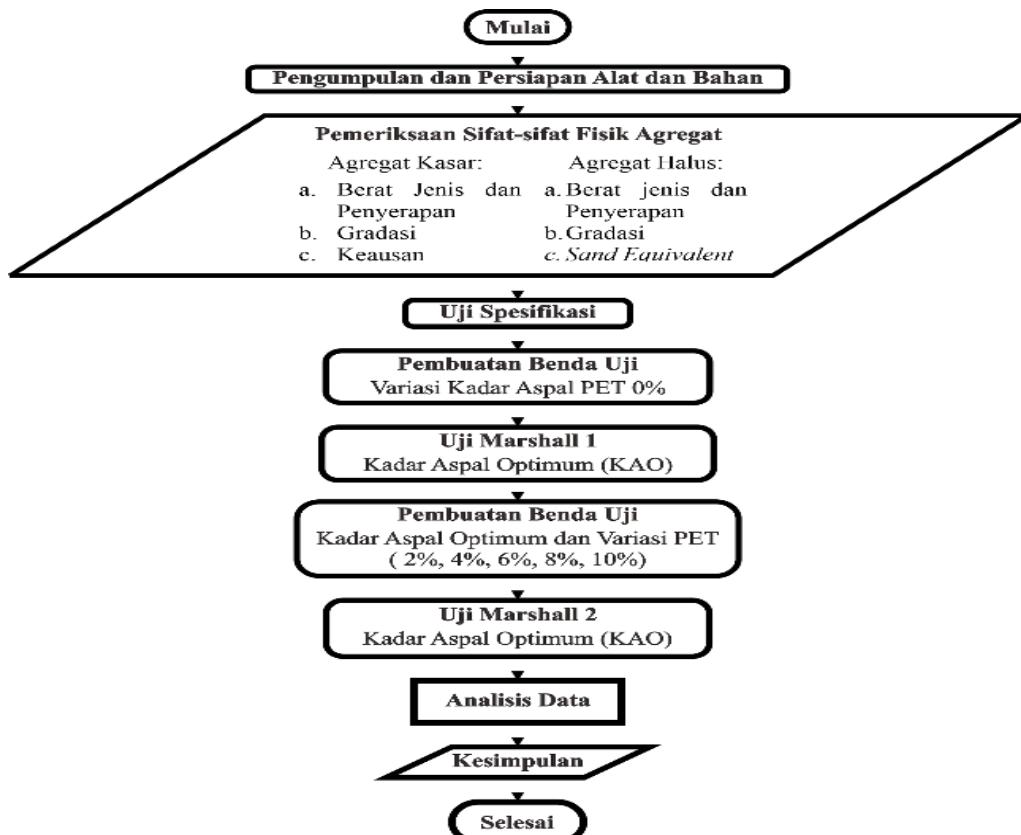
TINJAUAN PUSTAKA

Botol Minuman Plastik

Plastik PET (*polyethylene terephthalate*) merupakan polimer jernih dan kuat dengan sifat-sifat penahan gas dan kelembapan. Kemampuan plastik PET untuk menampung karbon dioksida (karbonasi) membuatnya sangat ideal untuk digunakan sebagai botol-botol minuman ringan (bersoda/terkarbonasi). Selain itu plastik PET juga sering digunakan sebagai botol air minum kemasan. plastik PET (*polyethylene terephthalate*) lahir pada tahun 1973, dan pertama kali didaur-ulang pada tahun 1977. PET merupakan resin polyester yang tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk ketika panas. Kepekatananya adalah sekitar 1,35-1,38 gram/cc, ini membuatnya kokoh. Plastik PET (*polyethylene terephthalate*) dapat berwujud padatan amorf (transparan) atau sebagai bahan semi-kristal yang putih dan tidak transparan, tergantung kepada proses dan riwayat termalnya. (Fitria, 2014)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium. Sebelum digunakan, material terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap agregat di laboratorium untuk mendapatkan karakteristik masing-masing material tersebut. Data hasil pengamatan di laboratorium selanjutnya digunakan untuk perencanaan campuran. Selanjutnya dapat diketahui karakteristik campuran tersebut. Guna mempermudah pemahaman mengenai proses alur penelitian, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Sifat Fisik Agregat

Pengujian sifat-sifat fisik agregat terdiri dari pengujian gradasi agregat, pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian keausan (abrasi) agregat kasar dan pengujian kadar lempung agregat halus (*sand equivalent*). Pemeriksaan gradasi agregat kasar dan agregat halus dilakukan dengan uji analisa saringan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Selain itu, pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yaitu pemeriksaan berat jenis, penyerapan dan keausan (abrasi) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisa Masing-Masing Agregat

Ukuran Saringan		Eks. Tangkiling		
		Persentase Lulus Saringan (%)		
Inch	Mm	Agregat Kasar	Abu Batu	Agregat Halus
#1	25,4	100,00	100,00	100,00
#3/4	19,05	100,00	100,00	100,00
#1/2	12,7	67,07	100,00	100,00
#3/8	9,53	34,33	97,04	100,00
No.4	4,75	6,23	62,23	98,61
No.8	2,35	3,80	19,57	83,57
No.16	1,18	2,11	11,61	53,07
No.30	0,6	0,92	6,01	35,39
No.50	0,3	0,45	2,85	25,14
No.100	0,15	0,28	1,56	18,27
No.200	0,075	0,10	0,66	8,92

Sumber : Analisis Data (2020)

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Masing-Masing Agregat

Pemeriksaan	Eks. Tangkiling			Spesifikasi
	Agregat Kasar	Abu Batu	Pasir	
Berat Jenis Bulk (gram/cm ³)	2,66	2,68	2,56	-
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh/SSD (gram/cm ³)	2,70	2,71	2,62	-
Berat Jenis Semu (gram/cm ³)	2,75	2,74	2,72	-
Penyerapan (%)	1,21	0,80	2,21	Max 3%
Keausan/Abrasi (%)	25,69	-	-	Max 30%
<i>Sand Equivalent</i> (%)	-	-	68,83	Min 50%

Sumber : Analisis Data (2020)

Perencanaan campuran untuk Komposisi ini menggunakan metode *Asphalt Institute* dan perhitungan penggabungan agregat menggunakan cara Diagonal. Selanjutnya gradasi agregat gabungan dikontrol menggunakan cara coba-coba (*trial and error*) atau yang mendekati spesifikasi ideal. Hasil dari cara coba-coba ini dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Coba-Coba (*Trial and Error*)

No. Saringan		Agregat Kasar		Agregat Halus (Abu Batu)		Agregat Halus (Pasir)		Total Kombinasi	Spesifikasi	Ideal Spek
Inch	Mm	26%		31%		43%				
#1	25,4	100,00	26,00	100,00	31,00	100,00	43,00	100,00	100,00	100
#3/4	19	100,00	26,00	100,00	31,00	100,00	43,00	100,00	100,00	100
#1/2	12,7	67,07	17,44	100,00	31,00	100,00	43,00	91,44	90-100	95
#3/8	9,5	34,33	8,93	97,04	30,08	100,00	43,00	82,01	77-90	83,5
No.4	4,75	6,23	1,62	62,23	19,29	98,61	42,40	63,31	53-69	61
No.8	2,38	3,80	0,99	19,57	6,07	83,97	36,10	43,16	33-53	43
No.16	1,18	2,11	0,55	11,61	3,60	53,07	22,82	26,97	21-40	30,5
No.30	0,595	0,92	0,24	6,01	1,86	35,39	15,22	17,32	14-30	22
No.50	0,3	0,45	0,12	2,85	0,88	25,14	10,81	11,81	9-22	15,5
No.100	0,15	0,28	0,07	1,56	0,48	18,27	7,85	8,41	6-15	10,5
No.200	0,074	0,10	0,03	0,66	0,20	8,92	3,83	4,07	4-9	6,5

Sumber : Analisis Data (2020)

Dari hasil perhitungan komposisi campuran yang telah didapatkan, nilai total kombinasi dapat digunakan untuk menentukan perkiraan kadar aspal awal. Perkiraan kadar aspal awal diperoleh dengan menggunakan Persamaan 1.

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

Keterangan:

Pb = Kadar aspal

CA = Agregat kasar (Course Aggregate)

FA = Agregat halus (Fine Aggregate)

Filler = Agregat halus lolos saringan No. 200

Konstanta = 0,5-1 (untuk AC-WC diambil nilai konstanta = 1)

Dengan menggunakan persamaan diatas maka diperoleh nilai kadar aspal Pb = 5,52% atau dibulatkan menjadi 5,5% yang kemudian diurutkan dua variasi Kadar Aspal ke bawah dan dua variasi Kadar Aspal ke atas dengan interval 0,5%. Dari hasil perhitungan perkiraan Kadar Aspal diperoleh lima variasi Kadar Aspal yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Persentase terhadap berat total agregat yang digunakan yaitu 1200 gram.

Rancangan berat material dan aspal dalam campuran berdasarkan Komposisi yang telah ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini

Tabel 4. Rancangan Komposisi Campuran

Berat Total Agregat 1200 gram						Berat Total Agregat Campuran	Variasi Kadar Aspal (%)					
Agregat Kasar (CA)	Agregat Sedang (MA)	Agregat Halus (FA)	4,5		5,0		5,5		6,0		6,5	
			Berat Kadar Aspal Terhadap Total Campuran					gr				
%	gr	%	gr	%	gr	gr						
24	288	31	372	45	540	1200	56,54	63,15	69,84	76,59	83,42	

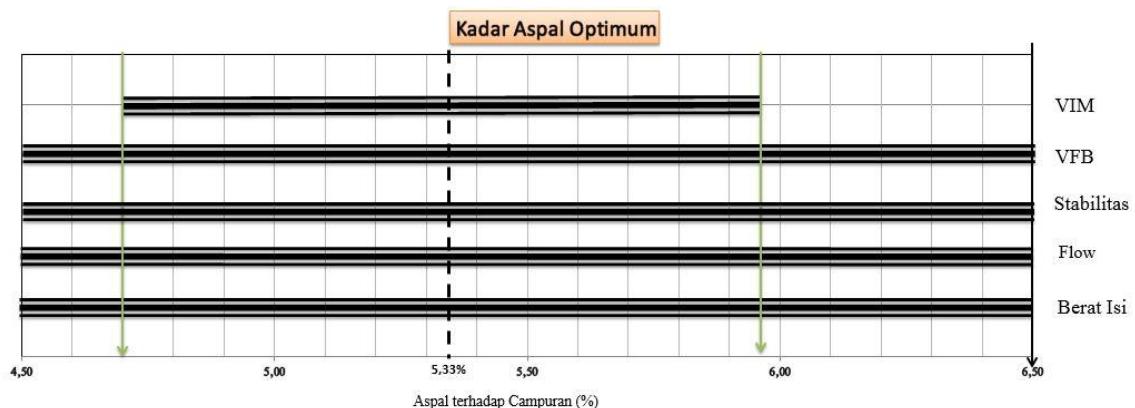
Pengujian Marshall

Hasil dari pengujian Marshall I di Laboratorium dapat dilihat pada Tabel 5. Dari hasil pengujian Marshall I ini menunjukkan bahwa pada kadar aspal 4,5% (VIM lebih dari 5%), 6% dan 6,5% (VIM kurang dari 3%) maka campuran aspal pada persentase tersebut tidak memenuhi Spesifikasi Parameter Marshall, sedangkan pada kadar aspal 5% dan 5,5% memenuhi Spesifikasi Parameter Marshall.

Tabel 5. Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall I

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall				Keterangan
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Rongga Dalam Campuran (VIM) (%)	Rongga Terisi Aspal (VFB) (%)	
4,5	1182,501	3,170	5,220	65,758	VIM Tidak Memenuhi
5	1219,568	3,130	4,918	79,391	Memenuhi
5,5	1267,416	3,230	3,741	76,816	Memenuhi
6	1220,563	3,300	2,508	84,547	VIM Tidak Memenuhi
6,5	1134,405	3,370	2,543	85,316	VIM Tidak Memenuhi
Spek.	≥ 800	2-4	3-5	≥ 65	

Sumber : Analisi Data (2020)



Gambar 2. Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil evaluasi sifat fisik menunjukkan bahwa pada rentang kadar aspal 5,00% hingga 6,00% untuk (VIM) campuran memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Dan berdasarkan rentang kadar aspal 4,70% hingga 5,96% memenuhi spesifikasi parameter Marshall dan diambil nilai tengah rentang yaitu 5,33%

sebagai KAO. Dari hasil pengujian maka didapat hasil evaluasi sifat Marshall pada KAO 5,33% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

No.	Sifat Marshall	Nilai	Persyaratan	Satuan
1	Stabilitas	1254	≥ 800	kg
2	Flow	3,21	2-4	mm
3	VIM	4,10	3-5	%
4	VFB	75	≥ 65	%

Sumber : Analisis Data (2020)

Pengujian Marshall dengan Variasi Bahan Tambah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Setelah diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah plastik bekas jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dengan menggunakan komposisi agregat yang sama dengan KAO dan dengan variasi kadar bahan tambah yang sudah direncanakan. Rancangan komposisi campuran ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rancangan Komposisi Campuran dengan Variasi Persentase Bahan Tambah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Berat Total Agregat Campuran	Berat KAO Terhadap Total Campuran		Persentase Plastik terhadap Berat Aspal (KAO)	Berat Plastik terhadap Berat Aspal (KAO)	Berat Total Campuran	Kode Sampel
gram	%	gram	%	Gram	Gram	
1200	5,33	73,96	2,00	1,27	1275,43	B
1200	5,33	73,96	4,00	2,55	1276,91	C
1200	5,33	73,96	6,00	3,83	1278,39	D
1200	5,33	73,96	8,00	5,11	1279,87	E
1200	5,33	73,96	10,00	6,39	1281,35	F

Sumber : Analisis Data (2020)

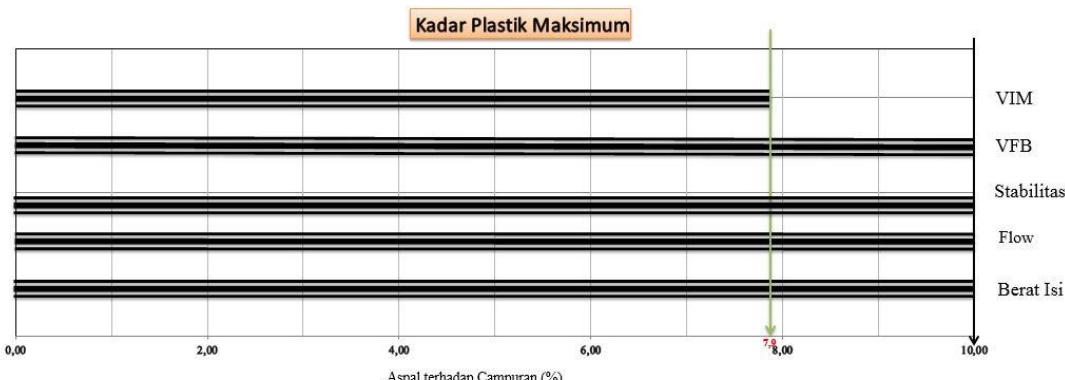
Tabel 8. Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada KAO dengan Variasi Bahan Tambah Platik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Kadar Plastik terhadap Berat Aspal (%)	Parameter Marshall				Keterangan
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Rongga Dalam Campuran (VIM) (%)	Rongga Terisi Aspal (VFB) (%)	
0,0	1254,00	2,90	4,10	75,00	Hasil Marshall I Komposisi II
2,0	1284,33	3,23	3,82	75,88	Memenuhi
4,0	1342,79	3,30	3,82	75,85	Memenuhi
6,0	1360,70	3,40	3,44	77,79	Memenuhi

8,0	1453,00	3,60	2,79	81,30	VIM Tidak Memenuhi
10,0	1497,94	3,87	2,64	82,17	VIM Tidak Memenuhi
Spek.	≥ 800	2-4	3-5	≥ 65	

Sumber : Analisis Data (2020)

Dari Tabel 8 hasil pengujian Marshall II ini menunjukkan bahwa pada penambahan plastik ke dalam campuran pada persentase 2%, 4% dan 6% terhadap berat aspal dari KAO, campuran aspal tersebut sudah memenuhi Spesifikasi Parameter Marshall pada Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018). Sedangkan untuk penambahan plastik persentase 8% dan 10%, nilai parameter karakteristik Marshall dari rongga dalam campuran (VIM) tidak memenuhi Spesifikasi. Nilai rongga dalam campuran (VIM) untuk persentase bahan tambah 8% dan 10% berturut-turut yaitu sebesar 2,79% dan 2,64%, dibawah nilai yang disyaratkan dari Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)



yaitu nilai rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3% - 5%.

Gambar 3. Hubungan Nilai Parameter Aspal terhadap Kadar Penambahan Plastik

Tabel 9. Nilai Parameter Marshall pada Kadar Plastik Maksimum

No.	Sifat Marshall	Nilai	Persyaratan	Satuan
1	Stabilitas	1440	≥ 800	kg
2	Flow	2,77	2-4	mm
3	VIM	3,15	3-5	%
4	VFB	81,21	≥ 65	%

Sumber : Analisis Data (2020)

Hasil evaluasi sifat karakteristik Marshall menunjukkan bahwa rentang penambahan kadar plastik persentase 0% hingga 7,9% campuran memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Berdasarkan rentang tersebut diambil nilai kadar penambahan plastik maksimum dilihat dari nilai parameter Marshall memenuhi semua persyaratan spesifikasi yang telah ditentukan dan dilihat dari nilai stabilitas tertinggi, yaitu pada kadar penambahan plastik sebesar 7,9% sehingga dapat ditetapkan sebagai kadar bahan tambah optimum.

Dapat dilihat dari Tabel 9 bahwa nilai parameter karakteristik Marshall dari Kadar Plastik Maksimum memiliki stabilitas sebesar 1440 kg, flow sebesar 2,77 mm,

rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3,15%, dan rongga terisi aspal (VFB) sebesar 81,21 %.

Tabel 10. Perbandingan Nilai Parameter Marshall Campuran Tanpa Plastik dan Menggunakan Kadar Penambahan Plastik Maksimum

Komposisi Campuran	Kadar Plastik	Parameter Karakteristik Marshall			
		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga Terisi Aspal (%)
Tanpa Plastik	0,00	1254,00	2,90	4,10	75,00
Kadar Plastik Optimum	7,9	1440,00	2,77	3,15	81,21
Spesifikasi	-	≥ 800	2-4	4-6	≥ 65

Sumber : Analisis Data (2020)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa penambahan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebesar 7,9% dari berat aspal KAO, nilai stabilitas naik 12,916% dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan tambah plastik yaitu mengalami kenaikan sebesar 186 kg, nilai flow naik sebesar 0,28 mm, rongga dalam campuran (VIM) turun sebesar 0,95%, dan rongga terisi aspal (VFB) naik sebesar 6,21 %.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Pemanfaatan Limbah Kemasan Botol Minuman Plastik Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Aspal Panas Jenis Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)” Terhadap Karakteristik Marshall” dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Agregat penyusun dalam perencanaan campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (analisa saringan), berat jenis dan penyerapan, dan keausan agregat kasar semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi.
2. Komposisi yang dihasilkan dalam perencanaan campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) terdiri dari 28% agregat kasar, 31% abu batu dan 41% Pasir.
3. Hasil penelitian terhadap Parameter Marshall dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 5,33%.
4. Hasil penelitian terhadap Parameter Karakteristik Marshall menggunakan komposisi campuran yang sama dan Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 5,33% dengan bahan tambah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET), variasi kadar bahan tambah plastik sebesar 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat aspal yang diperoleh dari Kadar Aspal Optimum (KAO), dihasilkan nilai Karakteristik Parameter Marshall sebagai berikut:

- a. Nilai stabilitas untuk semua variasi kadar bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada penambahan kadar plastik 10% yaitu sebesar 1497,94 kg. Nilai Stabilitas yang dihasilkan meningkat seiring dengan penambahan persentase kadar plastik sampai 10%.
 - b. Nilai kelelahan (flow) untuk semua variasi kadar bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai kelelahan (flow) tertinggi terdapat pada penambahan kadar plastik 10% yaitu sebesar 3,87 mm. Nilai flow meningkat seiring dengan penambahan persentase kadar plastik sampai 10%.
 - c. Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) untuk variasi kadar bahan tambah plastik 0%, 2%, 4% dan 6% memenuhi spesifikasi dan untuk variasi kadar bahan tambah plastik 8% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi. Nilai VIM tertinggi yang memenuhi spesifikasi pada kadar penambahan plastik 0%, yaitu sebesar 4,01%. Nilai rongga dalam campuran (VIM) yang dihasilkan cenderung menurun dengan penambahan persentase kadar plastik sampai 10%.
 - d. Nilai rongga terisi aspal (VFB) untuk semua variasi kadar bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai rongga terisi aspal (VFB) tertinggi terdapat pada penambahan kadar plastik 10% yaitu sebesar 81,17%. Nilai rongga terisi aspal meningkat seiring dengan penambahan persentase kadar plastik sampai 10%.
5. Berdasarkan hasil penelitian terhadap parameter karakteristik Marshall dengan variasi kadar bahan tambah plastik bekas jenis Polyethylene Terephthalate (PET) yang sudah dilakukan, dibuat grafik hubungan antara parameter Marshall campuran aspal dengan persentase kadar bahan tambah yang digunakan untuk menentukan nilai kadar plastik maksimum. Didapatkan kadar penambahan plastik optimum sebesar 7,9%. Nilai parameter karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO) dan penambahan plastik pada kadar plastik optimum menghasilkan stabilitas sebesar 1440 kg, flow sebesar 2,77 mm, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3,15%, dan rongga terisi aspal (VFB) sebesar 81,21%.
 6. Plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET) dari kadar penambahan plastik maksimum sebesar 7,9% dari berat aspal, dapat mempengaruhi parameter karakteristik Marshall nilai stabilitas naik 12,916% dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan tambah plastik yaitu mengalami kenaikan sebesar 186 kg, nilai flow naik sebesar 0,28 mm, rongga dalam campuran (VIM) turun sebesar 0,95%, dan rongga terisi aspal (VFB) naik sebesar 6,21%,.

Saran

Setelah melakukan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini bisa dikembangkan kembali dengan menggunakan Agregat dari lokasi yang berbeda khususnya di Kalimantan Tengah untuk meningkatkan potensi Sumber Daya Alam yang ada.

2. Ukuran cacahan plastik yang akan ditambahkan pada campuran aspal dan agregat harus sesuai dengan spesifikasi yang digunakan agar dapat diharapkan plastik tercampur merata untuk menghindari plastik menghalangi aspal menyelimuti agregat.
3. Penelitian ini dapat dilakukan penelitian kembali dengan jenis plastik yang berbeda karena terdapat jenis plastik lain selain jenis Polyethylene Terephthalate (PET) yang dapat diteliti sebagai bahan tambah pada campuran aspal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. (2018), *Penerapan Skala Penuh Teknologi Aspal Limbah Plastik*, Balitbang dan BBPJN VIII, Surabaya.
2. Anonim. (2018), *Spesifikasi Umum Devisi 6 Bina Marga*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
3. Azhari, W. (2017), *Pengaruh Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
4. Craus, J, I. Ishai, and A. Sides, (1981), *Durability Of Bituminions Paving Mixtures As Related To Filler Type And Properties, Proceedings Associations Of Asphalt. Paving Technologist*, San Diego, California, Vol, 50, pp. 291-316, California.
5. Destarino (2019), *Pengaruh Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Tingkat Durabilitas Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya Palangka Raya.
6. Direktorat Jendral Bina Marga (2019), *Spesifikasi Umum (Revisi 1)*, Jakarta.
7. Laranatha, D. (2003), *Pengaruh Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Campuran Hot Rolled Sheet (HRS)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
8. Raharjo, B. (2016), *Pengaruh Variasi Suhu Pemadatan Campuran Untuk Perkerasan Lapis Antara (AC-BC)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Lampung, Universitas Bandar Lampung.
9. Sitorus, F.H. (2018) *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Pekerohan Jalan AC-WC Terhadap Nilai Marshall*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Medan, Medan.
10. Sukirman, S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.

11. Suprapto (2004), *Fungsi Lapis Perkerasan*, Jakarta.
12. Yahya, Y. (2019) *Analisis Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis Polyethylene Terephthalate (PET)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
13. Yance (2017), *Kajian Laboratorium Open Graded Asphalt (OGA) Menggunakan Agregat Hampangan dan Bahan Tambah High Density Polyethylene dan Suhu Rendaman Yang Ditingkatkan*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.