

Kinerja Campuran Beton Aspal AC-WC dengan Penambahan Limbah Botol Plastik

A. Cempana Sari Iskandar

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan
Email: andicempanasari.c09@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Salah satu syarat dari lapis perkerasan jalan adalah mampu memikul beban yang bekerja tanpa terjadi deformasi yang berarti. Namun sebaliknya, terjadi pengurangan umur layanan konstruksi perkerasan jalan di beberapa jalan yang ada di Indonesia, seperti ruas Jalan Hasanudin – Yos Sudarso mengalami pengurangan masa layan sebesar 3,162 tahun atau 31,620% dari umur rencana jalan 10 tahun menjadi 6,838 tahun dan Jalan Diponegoro, Cilacap, Jawa Tengah terjadi penurunan umur layanan jalan sebesar 4,453 tahun atau 22,26% dari umur rencananya. Untuk mengatasi masalah tersebut, limbah botol plastik ditambahkan ke dalam agregat campuran aspal panas sehingga dapat menambah kinerja campuran. Teknik pencampuran ini dikenal dengan cara kering. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis kinerja campuran beraspal jenis AC-WC dengan memanfaatkan limbah botol plastik sebagai bahan tambah. Pengambilan data dilakukan dengan pengujian laboratorium berdasarkan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga dan metode pengujian menggunakan Metode *Marshall*. Di dalam penelitian ini, variasi kadar limbah plastik yang dimasukkan dalam campuran, yaitu sebesar 0 - 2,5% dari berat agregat dan variasi kadar aspal, yaitu sebesar 5,5–7,5% dari berat agregat. Dari variabel tersebut maka dibuat 90 sampel uji. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penambahan limbah botol plastik meningkatkan kinerja campuran beraspal jenis AC-WC.

Kata Kunci: Limbah Botol Plastik, Kinerja Campuran AC-WC

ABSTRACT

One of the requirements from a pavement layer is that it is able to carry the working load without significant deformation. On the other hand, there had been a reduction in the service life of road pavement construction on several roads in Indonesia, for example on Jalan Hasanudin - Yos Sudarso, which had decreased its service life by 3,162 years or 31,620% from the planned road life of 10 years to 6,838 years and on Jalan Diponegoro, Cilacap, Central Java, there had been a decrease in road service life by 4,453 years or 22.26% of the planned age. To overcome this problem, plastic bottle waste was added to the asphalt hot mix aggregate so that it could increase the mixture performance. This mixing technique was known as the dry method. This study aimed to analyze asphalt mixture performance types AC-WC using plastic bottle waste as an additive. Data were collected by the testing laboratory based on the General Specifications Road Works by Bina Marga and testing methods using Marshall Method. The technique of mixing plastic waste into asphalt mix used the dry method In this study, variations in the levels of plastic waste included in the mixture were 0 - 2.5% by weight of aggregate and variations in the levels of asphalt were 5.5 - 7.5% by weight of aggregate. From these variables, 90 test samples were made. The result showed the addition of plastic bottles waste increasing asphalt mixture performance types AC-WC.

Keywords: Waste Plastic Bottle, AC-WC Mixture Performance

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Salah satu syarat dari lapis perkerasan jalan adalah mampu memikul beban yang bekerja tanpa terjadi deformasi yang berarti. Namun sebaliknya, terjadi pengurangan umur layanan konstruksi perkerasan jalan di beberapa jalan yang ada di Indonesia, seperti ruas Jalan Hasanudin – Yos Sudarso mengalami pengurangan masa layan sebesar 3,162 tahun atau 31,620% dari umur rencana jalan 10 tahun menjadi 6,838 tahun (Pau & Oktavia, 2017) dan Jalan Diponegoro, Cilacap, Jawa Tengah dengan menggunakan metode AASHTO terjadi penurunan umur layanan jalan sebesar 4,453 tahun atau 22,26% dari umur rencananya (Apriyadi, 2018).

Bertambahnya tingkat kepadatan lalu lintas menjadi salah satu sebab perkerasan jalan tidak mencapai umur layanannya. Kepadatan lalu lintas menyebabkan pengulangan beban lalu lintas sehingga menjadi sebab dalam penurunan kinerja jalan. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut, yaitu pemberian bahan tambah ke dalam campuran aspal, dalam hal ini bahan tambah yang digunakan adalah limbah botol plastik. Penggunaan limbah plastik ke dalam campuran beraspal telah banyak dikembangkan baik di dalam maupun luar negeri. Di dalam negeri, pemerintah telah mengembangkan teknologi campuran aspal plastik atau polimer yang telah diterapkan pada beberapa ruas jalan di Indonesia, seperti di ruas jalan Provinsi Sumatera Utara sepanjang 3 km, di ruas jalan Jawa Timur sepanjang 1,3 km, di ruas jalan Sulawesi Selatan sepanjang 5,7 km, dan di NTT sepanjang 9 km. Penggunaan plastik/polimer ke dalam campuran aspal ini meningkatkan kinerja perkerasan aspal terutama dalam hal umur masa layanan jalan (Kementerian PUPR, 2018). Siregar (2019) telah melakukan penelitian yang menunjukkan dengan penambahan plastik LDPE dapat meningkatkan kinerja campuran aspal. Hal ini dapat dilihat dengan peningkatan nilai stabilitas *Marshall*, nilai VIM, dan juga VMA dibandingkan dengan tanpa penambahan plastik. Penambahan

kadar plastik yang disarankan untuk meningkatkan kualitas perkerasan aspal dilihat dari parameter pengujian *Marshall*, yaitu 6%.

Penggunaan limbah plastik ini selain diharapkan dapat meningkatkan kinerja campuran, juga dapat menjadi solusi dalam permasalahan lingkungan saat ini. Pada beberapa penelitian sebelumnya, ukuran botol plastik yang dimasukkan ke dalam campuran beraspal cenderung dalam ukuran yang besar sehingga pada penelitian ini digunakan ukuran yang lebih kecil, yaitu tertahan di saringan no. 50 dan lolos saringan no. 4 serta plastik ditambahkan bukan pada aspal panas, tetapi plastik dicampur dengan teknik pencampuran cara kering (terlebih dahulu agregat dipanaskan pada temperatur campuran kemudian plastik dimasukkan ke dalamnya dan dicampur hingga homogen, selanjutnya aspal panas ditambahkan ke dalam campuran).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu untuk menganalisis kinerja campuran beraspal jenis AC-WC dengan memanfaatkan limbah botol plastik sebagai bahan tambah.

2. Metode Penelitian

2.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan ada 2, yaitu kadar plastik sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% dari berat total agregat dan kadar aspal sebesar 5,5%; 6%; 6,5%; 7%; dan 7,5% dari berat kering agregat. Dari variabel tersebut maka dibuat 90 sampel uji.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer (data empiris yang diperoleh langsung dari laboratorium) dan data sekunder (data dari hasil studi kepustakaan berupa buku, jurnal, dan penelitian yang akurat serta relevan dengan bahan kajian).

Pengambilan data primer dilakukan dengan pengujian laboratorium berdasarkan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina

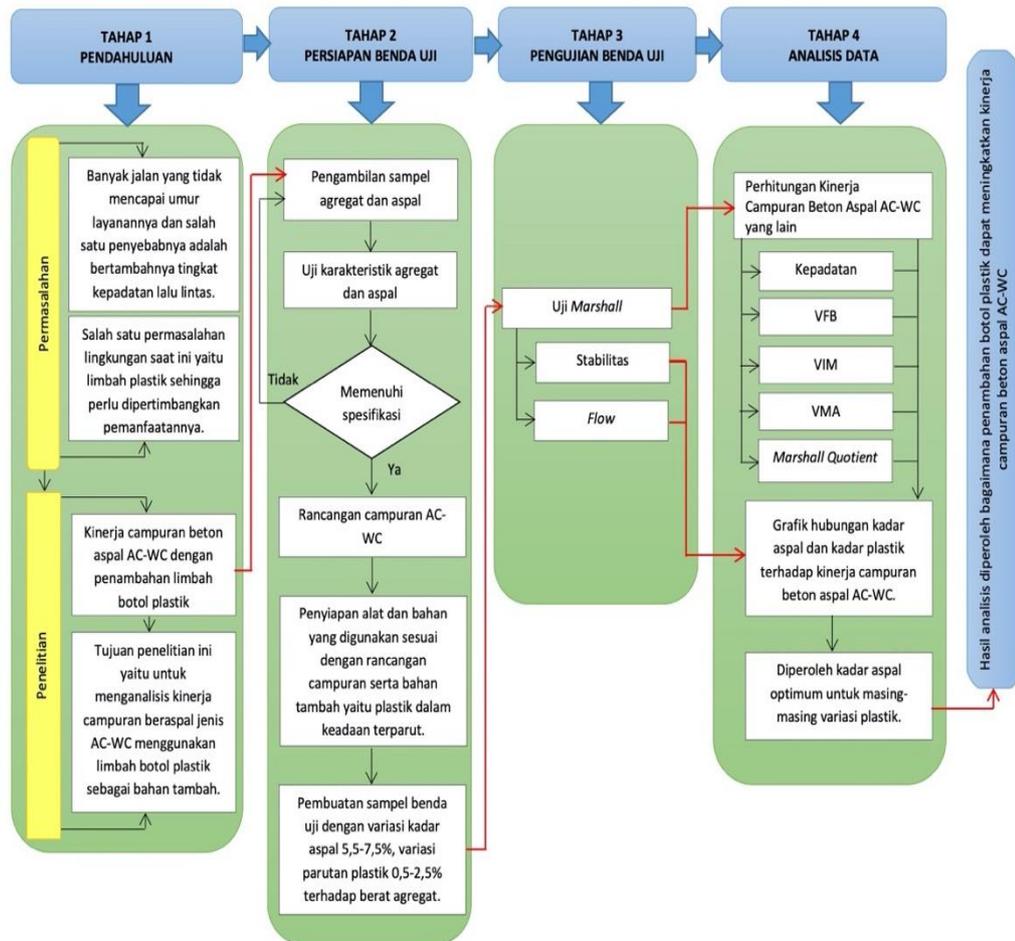
Marga dan metode pengujian menggunakan Uji Marshall.

2.3 Metode Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dengan cara kuantitatif, yaitu menghitung kinerja campuran beraspal AC-WC dari hasil pengujian laboratorium yang selanjutnya

dibuat grafik hubungan kadar aspal dan kadar plastik terhadap kinerja campuran sehingga diperoleh KAO (kadar aspal optimum) untuk masing-masing variasi kadar plastik dan kadar aspal.

Adapun kerangka kerja dalam penelitian ini, terbagi menjadi 4 tahap, yaitu:



Gambar 1 Kerangka penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Suatu campuran AC-WC yang baik harus bernilai struktural, workabilitas yang baik, durabilitas tinggi, dan ekonomis yang ditunjukkan dari kinerja campurannya. Untuk memperoleh kinerja campuran beton aspal AC-WC dalam penelitian ini menggunakan masing-masing 3 buah sampel briket di tiap variasinya sehingga menghasilkan 90 sampel uji dengan jumlah tumbukan pada pemadatan sampel yang digunakan,

yaitu 2 x 75 kali. Hasil pengujian laboratorium diperlihatkan pada Tabel 1.

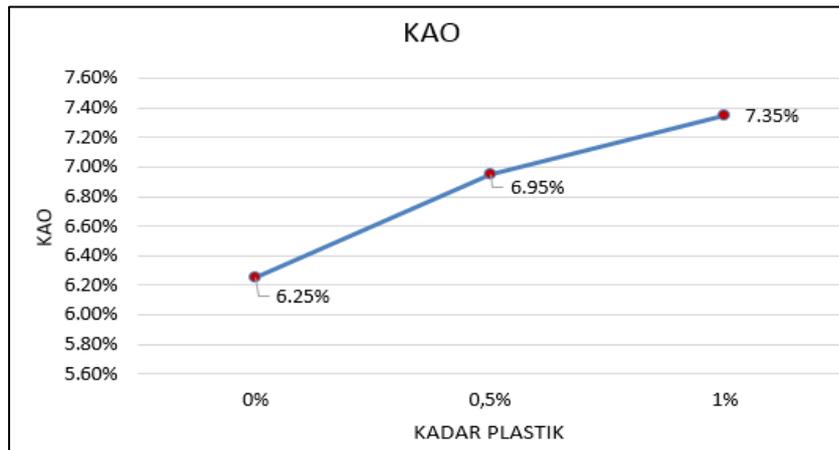
Dari Tabel 1 memperlihatkan bahwa tidak semua hasil pengujian masuk dalam persyaratan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga, khususnya campuran beraspal yang telah ditambahkan botol plastik. Analisis mengenai hal ini akan dikaji lebih lanjut pada hubungan antara kadar aspal, kadar plastik, dan kinerja campuran di Gambar 3, 4, 5, 6, 7, dan 8.

Tabel 1 Kinerja Campuran Beton Aspal AC- WC dengan Penambahan Botol Plastik

Kadar Aspal (%)	Berat Isi	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Koefisien marshall (kg/mm)
0 % botol plastik							
5,5	2,338	5,876	15,715	62,656	1.357,14	3,03	468,39
6,0	2,364	4,195	15,170	72,359	1.419,16	3,55	410,61
6,5	2,365	3,566	15,558	77,113	1.932,42	3,62	546,57
7,0	2,372	2,349	15,715	83,406	1.929,17	4,37	474,85
7,5	2,372	2,032	16,073	87,432	1.842,13	4,90	388,85
0,5 % botol plastik							
5,5	2,269	8,646	18,195	52,484	2.193,40	2,88	799,80
6,0	2,299	6,837	17,510	60,952	3.280,58	3,50	957,18
6,5	2,333	4,858	16,689	70,897	3.537,37	3,60	1.027,88
7,0	2,341	3,933	16,800	76,594	2.803,09	4,26	673,01
7,5	2,333	3,672	17,477	78,996	2.328,74	4,54	525,84
1 % botol plastik							
5,5	2,255	9,235	18,722	50,883	4.339,22	2,80	1.916,73
6,0	2,275	7,831	18,389	57,422	4.624,67	3,41	1.403,81
6,5	2,283	6,883	18,463	63,202	4.605,62	3,54	1.339,57
7,0	2,305	5,419	18,087	70,133	5.348,16	4,03	1.362,69
7,5	2,308	4,666	18,330	74,685	3.469,34	4,49	788,24
1,5 % botol plastik							
5,5	2,229	10,272	19,651	47,729	4.808,37	2,48	2.032,30
6,0	2,268	8,119	18,644	56,463	5.118,35	3,32	1.575,47
6,5	2,279	7,066	18,622	62,059	5.927,22	3,43	1.782,13
7,0	2,282	6,369	18,900	66,365	5.612,08	3,93	1.455,14
7,5	2,295	5,230	18,812	72,203	4.372,05	4,10	1.107,07
2 % botol plastik							
5,5	2,219	10,665	20,003	46,910	4.955,25	2,45	2.058,47
6,0	2,228	9,715	20,058	51,627	5.292,82	3,27	1.894,98
6,5	2,247	8,386	19,779	57,601	6.339,79	3,07	2.109,12
7,0	2,252	7,577	19,956	62,061	5.757,90	3,41	2.008,51
7,5	2,277	5,972	19,448	69,296	5.248,53	3,70	1.474,86
2,5 % botol plastik							
5,5	2,212	10,941	20,250	46,166	5.209,38	2,45	3.258,68
6,0	2,224	9,912	20,232	51,169	5.472,76	3,12	1.793,69
6,5	2,243	8,553	19,925	57,291	6.443,75	3,06	2.245,42
7,0	2,251	7,613	19,987	62,067	6.292,97	3,25	1.983,02
7,5	2,261	6,634	20,016	66,900	6.199,46	3,66	1.726,05
SPESIFIKASI		3 - 5	Min.15	Min. 65	Min. 800	Min. 3	Min. 250

Kadar aspal optimum (KAO) campuran beton aspal dalam penelitian ini diperoleh dari nilai tengah rentang kadar minimum dan maksimum yang memenuhi persyaratan spesifikasi dari nilai stabilitas, *flow*, VMA, VIM, VFB, dan koefisien *Marshall*. Metode *bar-chart* menjadi cara yang digunakan untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO) ini. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besaran nilai kadar aspal optimum (KAO), yaitu karakteristik

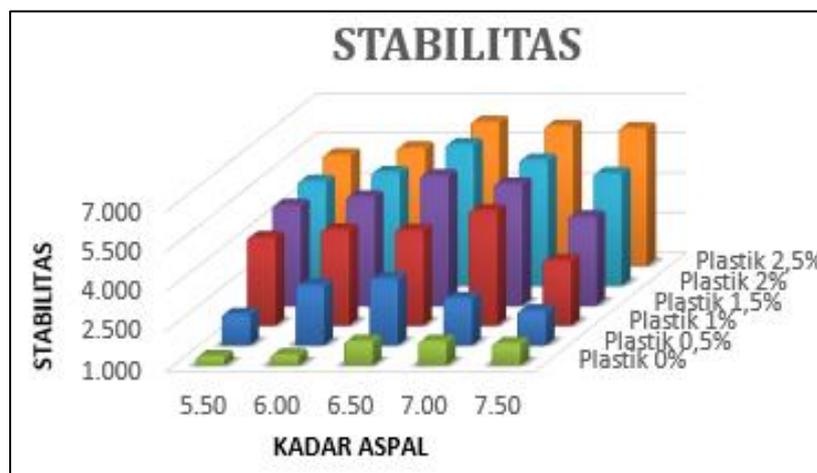
agregat, aspal, jenis campuran, dan gradasi agregat. Untuk lapisan AC-WC yang berfungsi sebagai lapis kedap air, lapis yang langsung bergesekan dengan roda kendaraan, dan lapis yang menahan beban roda selama masa layannya harus memiliki kadar aspal yang lebih tinggi dibandingkan dengan lapis perkerasan di bawahnya. Adapun besaran nilai KAO yang diperoleh dari berbagai variasi pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Nilai kadar aspal optimum vs variasi kadar plastik

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar aspal optimum tanpa tambahan plastik diperoleh 6,25% terhadap berat kering agregat atau 5,88% terhadap berat campuran aspal. Menurut Atkins (2003) kadar aspal optimum sebesar 6,5% tergolong baik untuk campuran AC-WC, sehingga kadar aspal 6,25% terhadap berat kering agregat atau 5,88% terhadap berat campuran memenuhi persyaratan untuk campuran beraspal jenis AC-WC.

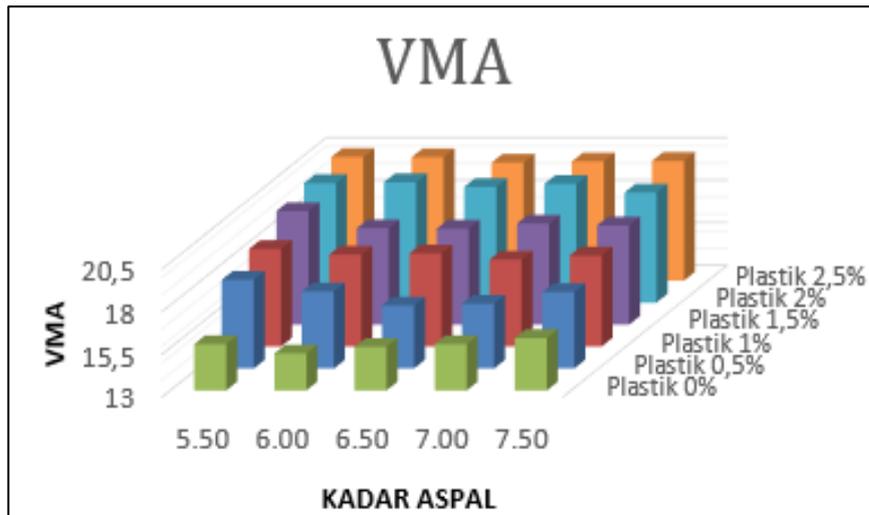
Sedangkan, kadar aspal optimum (KAO) dengan pemanfaatan botol plastik hanya dapat diperoleh hingga variasi kadar plastik sebesar 1%. Hal ini diakibatkan ketika ditambahkan variasi kadar plastik lebih besar dari 1% maka nilai VIM sudah melebihi dari batas maksimum yang ada pada Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga, yaitu 5% (dapat juga dilihat pada Tabel 1).



Gambar 3 Hubungan kadar aspal, kadar plastik, dan stabilitas

Nilai stabilitas mendeskripsikan ketahanan campuran beton aspal terhadap deformasi permanen. Nilai ini diperoleh langsung dari hasil pengujian laboratorium saat dibebani dengan *Marshall test*. Dari Gambar 3 menampilkan nilai stabilitas campuran

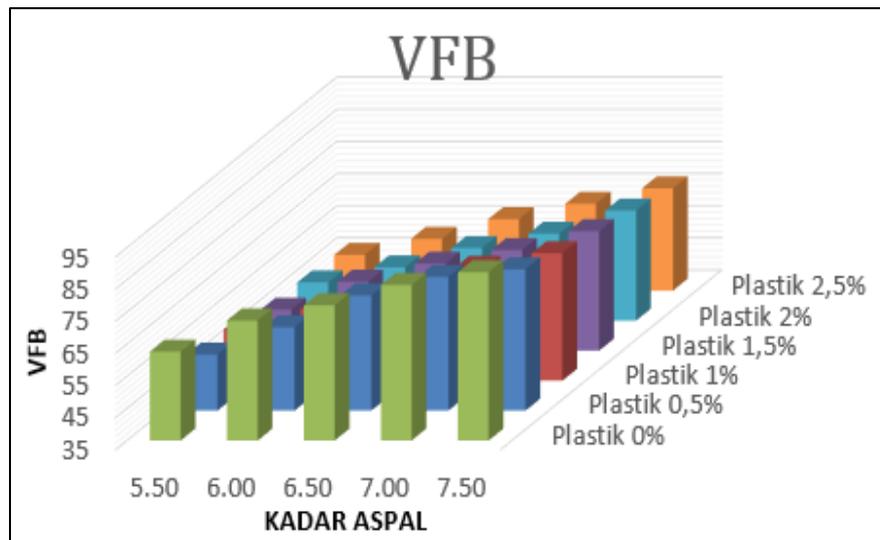
yang meningkat signifikan dengan penambahan kadar plastik. Hal ini diakibatkan karena plastik yang mengisi rongga antar butiran agregat tidak mudah bergeser walaupun diberi beban dan menjadi rapat sehingga terjadi *interlocking*.



Gambar 4 Hubungan kadar aspal, kadar plastik, dan VMA

VMA, *Void in Mineral Agregat* mendeskripsikan rongga udara yang berada di antara agregat dalam campuran. Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa VMA (*Void in Mineral Agregat*)

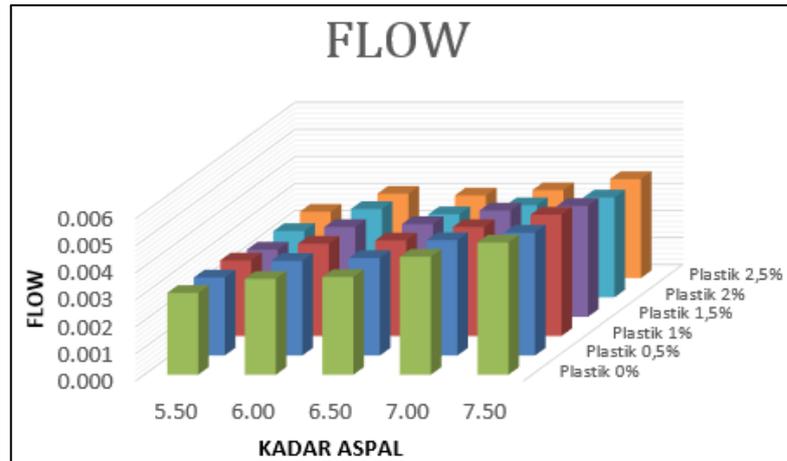
meningkat dengan penambahan plastik yang disebabkan penggunaan agregat yang bukan material standar sehingga memperbesar rongga antar agregat.



Gambar 5 Hubungan kadar aspal, kadar plastik, dan VFB

VFB, *Void Filled Bitumen* mendeskripsikan jumlah aspal yang menyelimuti agregat (tidak termasuk jumlah aspal yang diserap oleh agregat) dalam campuran padat dan merupakan bagian dari VMA. Dari Gambar 5 terlihat bahwa VFB (*Void Filled Bitumen*) cenderung mengalami penurunan dengan penambahan plastik di dalam campuran.

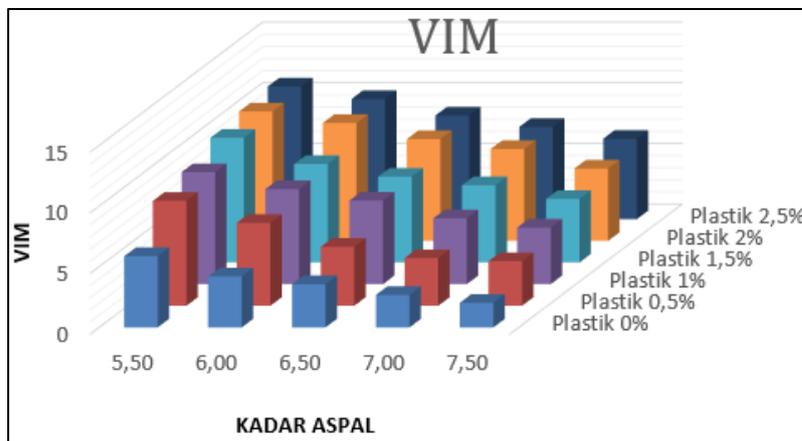
Pada proses pencampuran, plastik tidak meleleh secara sempurna, masih berbentuk serat yang juga ikut diselimuti aspal sehingga mengurangi rongga yang terisi aspal. Hasil pencampuran plastik yang kurang baik ke dalam campuran menyebabkan nilai VFB cenderung menurun.



Gambar 6 Hubungan kadar aspal, kadar plastik, dan flow

Flow menunjukkan kemampuan campuran untuk menerima defleksi dan momen tanpa timbul retakan. Nilai flow diperoleh langsung dari hasil pengujian laboratorium saat dibebani dengan Marshall test. Untuk flow yang ditunjukkan oleh Gambar 6 cenderung mengalami penurunan setelah

penambahan botol plastik, namun penurunannya tidak terlalu signifikan, cenderung ke stabil sehingga campuran dapat menerima defleksi dan momen tanpa timbul banyak keretakan (bersifat lentur) walaupun ditambahkan botol plastik.



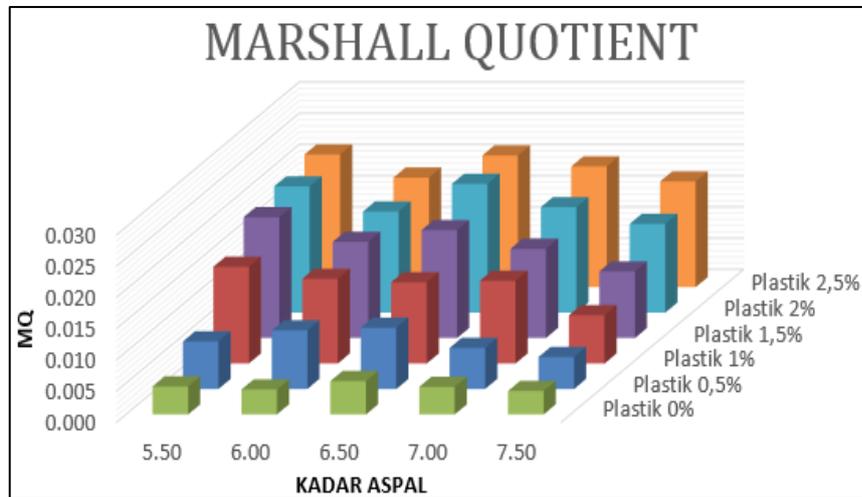
Gambar 7 Hubungan kadar aspal, kadar plastik, dan VIM

Nilai VIM (Void in the Mixture) yang dinyatakan dalam persen, menunjukkan volume rongga di antara agregat yang diselubungi aspal dalam campuran yang dipadatkan. Nilai VIM (Void in the Mixture) digunakan untuk menunjukkan persentase rongga campuran agar rongga tidak terlalu kecil yang akan mengakibatkan bleeding dan tidak terlalu besar yang akan mengakibatkan oksidasi

aspal. Dari Gambar 7 menunjukkan VIM (Void in the Mixture) yang cenderung meningkat ketika ditambahkan botol plastik ke dalam campuran dan di saat penambahan 1,5 % plastik, nilai VIM sudah di atas dari persyaratan maksimum spesifikasi. Besarnya rongga dalam campuran disebabkan oleh posisi dari partikel atau plastik yang tidak ideal dan memberikan perlawanan (cenderung

kembali ke bentuk semula) pada saat temperatur mulai menurun hingga menyisakan rongga-rongga pori yang

besar di dalam dan di permukaan benda uji. Hal ini juga sejalan dengan sifat dari botol plastik yaitu *thermoplast*.



Gambar 8 Hubungan kadar aspal, kadar plastik, dan MQ

Marshall Quotient (kilogram/milimeter) menunjukkan kekakuan campuran aspal. Dari Gambar 8 menunjukkan MQ (*Marshall Quotient*) ketika ditambahkan botol plastik, yaitu cenderung meningkat. Dengan penambahan plastik, maka nilai stabilitas campuran akan meningkat serta *flow* yang semakin menurun sehingga memperoleh nilai MQ yang semakin besar seiring penambahan botol plastik ke dalam campuran beraspal.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Penambahan botol plastik, walaupun menyebabkan boros dalam penggunaan aspal yang ditandai dengan kadar aspal optimum yang meningkat seiring penambahan kadar plastik ke dalam campuran, cenderung meningkatkan kinerja campuran beton aspal AC-WC yang meliputi peningkatan yang sangat signifikan pada stabilitas untuk mencapai syarat kekuatan campuran, penurunan pada VFB, peningkatan pada VMA, VIM, MQ, serta nilai *flow* yang cenderung stabil. Secara umum, hasil penelitian yang diperoleh ini bersifat baik pada campuran aspal AC-WC, khususnya dapat meningkatkan ketahanan campuran

aspal ketika diberikan pembebanan berulang serta dapat meningkatkan umur perkerasan jalan.

4.2 Saran

Beberapa saran untuk penelitian ini yang bisa dikembangkan oleh peneliti selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Menambah beberapa jenis limbah plastik untuk membandingkan jenis plastik yang terbaik digunakan dalam meningkatkan kinerja campuran beraspal jenis AC-WC.
2. Ukuran plastik yang ditambahkan dibuat lebih kecil lagi (bisa lolos saringan No. 50) sehingga plastik yang ditambahkan dapat tercampur dengan baik di dalam campuran beraspal.
3. Penambahan variasi kadar plastik pada campuran beraspal sebaiknya dibuat *range* yang lebih kecil lagi dari 0,5 %.

Daftar Pustaka

Apriyadi, F. (2018). *Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Berat terhadap Umur Rencana Perkerasan Kaku pada Jalan Diponegoro, Cilacap*. Universitas Islam Indonesia.

- Atkins, H. (2003). *Highway Materials, Soils, and Concretes* (4th ed.). The Clarida Company, Inc.
- Kementerian PUPR. (2018). *Kementerian PUPR Terapkan Teknologi Aspal Plastik dan Aspal Karet dalam Pemeliharaan Jalan Nasional*.
<https://pu.go.id/berita/kementerian-pupr-terapkan-teknologi-aspal-plastik-dan-aspal-karet-dalam-pemeliharaan-jalan-nasional>
- Pau, D. I., & Oktavia, S. (2017). Pengaruh Beban Lebih (Over Loading) terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan pada Ruas Jalan Hasanudin-Yos Sudarso di Kabupaten Sikka. *Jurnal SiatTek*, 3(2), 29–36.
- Siregar, N. A. (2019). *Pengaruh Penambahan Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC*. Universitas Sumatera Utara.