

PEMANFAATAN LIMBAH POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) DENGAN RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP) PADA PEMBUATAN LASTON WC

Fahmiza Yunda Eka Putra

S1 Teknik Sipil, Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: fahmiza9534@gmail.com

Abstrak

Polyethylene Terephthalate (PET) adalah sejenis plastik yang digunakan sebagai bahan utama untuk botol minuman. Pemanfaatan sampah plastik dapat dilakukan dengan memanfaatkannya sebagai bahan tambahan pada campuran laston WC dengan teknik basah dan kering (Suroso, 2008). Negara-negara Uni Eropa mengawasi sampah plastik yang dimanfaatkan dengan tiga cara berbeda termasuk menggunakan kembali 30%, mengubah plastik menjadi energi sebesar 40% dan sisanya ditutup (tempat pembuangan akhir) sekitar 30%. Dimana 7% dari semua sampah plastik bekas terbuat dari wadah PET atau yang mungkin bisa dibandingkan dengan 3,7 juta ton di tahun 2018 (Karl-H. Foerster, 2018). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemakaian limbah plastik PET pada campuran laston WC dengan RAP sebagai agregat. Tahapan penelitian ini terdiri dari pengujian ekstraksi material, total dan sifat aspal, pengujian analisa saringan untuk amplop evaluasi campuran, dan pengujian Marshall. Hasil penelitian ini yaitu Pengaruh penambahan material RAP pengganti fraksi ukuran 10-15 mm dengan komposisi sebesar 21%, Agregat Medium 5-10 mm sebesar 32%, Agregat halus 0- 5 mm sebesar 45% masuk kedalam persyaratan amplop gradasi untuk lapisan aspal beton AC-WC. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam campuran aspal panas AC-WC pada RAP paling optimal sebesar 5,25%. Variasi penambahan Polyethylene Terephthalate (PET) paling optimum ada pada kadar penambahan sebesar 1,7%. Penentuan berdasarkan pengujian Marshall dengan menggabungkan nilai VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient (MQ).

Kata Kunci : *reclaimed asphalt pavement, ldpe, marshall, asphalt concrete – wearing course, stabilitas.*

Abstract

Polyethylene Terephthalate (PET) is a type of plastic used as raw material for beverage bottles. The use of plastic waste can be done by using it as an additive to the laston toilet mixture using wet and dry techniques (Suroso, 2008). European Union countries manage used plastic waste in three ways, including recycling 30%, converting plastic to energy by 40% and the rest is buried (landfill) around 30%. Where 7% of all used plastic waste is made of PET bottles or the equivalent of 3.7 million tons in 2018 (Karl-H. Foerster, 2018). This research was conducted to determine the effect of using PET plastic waste in a mixture of laston WC and RAP as an aggregate. The research steps consisted of material extraction testing, aggregate and asphalt properties, sieve analysis tests for mixed grading envelopes, and Marshall tests. The results of this study are the effect of adding RAP material to substitute for a 10-15 mm size fraction with a composition of 21%, 32% Medium Aggregate 5-10 mm, Fine Aggregate 0-5 mm by 45% is included in the grading envelope requirements for asphalt concrete layers. AC-WC. The optimal asphalt content (KAO) in the AC-WC hot asphalt mixture at the most optimal RAP is 5.25%. The optimum variation of the addition of Polyethylene Terephthalate (PET) was at the addition level of 1.7%. The determination is based on the Marshall test by combining the values of VIM, VMA, VFA, Stability, Flow and Marshall Quotient (MQ).

Keywords : reclaimed asphalt pavement, ldpe, marshall, asphalt concrete - wearing course, stability.

PENDAHULUAN

Sejak dahulu aspal merupakan salah satu bahan konstruksi yang tidak dapat dipisahkan dari konstruksi perkerasan jalan. Meskipun dewasa ini semen *Portland* juga sudah sering digunakan terlebih pada saat harga minyak dunia melambung tinggi pada tahun 2006 namun hal tersebut tidak lantas membuat penggunaan aspal sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan menjadi menurun. Hal ini dibuktikan dengan sebanyak 90% jalan raya di dunia masih menggunakan aspal sebagai bahan utama pengikat agregat dalam konstruksi perkerasan jalan. Penggunaan aspal sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan sudah sejak sangat lama digunakan, bahkan semenjak beban sumbu tunggal kendaraan masih

sekitar 7 ton dan terus digunakan hingga saat ini dimana berat dari sumbu tunggal kendaraan mencapai 18 ton. Aspal memiliki sifat dan produksi dari bahan yang tidak terlalu banyak berubah, terutama pada daerah beriklim dingin sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa aspal memang merupakan material yang sangat baik dan penting dalam konstruksi perkerasan jalan (Soehartono, 2014). Material-material yang digunakan sebagai penyusun aspal kemudian akan dicampur di suatu intalasi khusus lalu diangkat menuju lokasi pengerjaannya. Suhu yang digunakan dalam pencampuran material aspal ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika menggunakan aspal panas maka suhu pencampuran yang digunakan umumnya antara 145°- 155°C, sehingga

dapat disebut sebagai beton aspal campuran panas atau *hotmix* sedangkan untuk beton aspal yang menggunakan aspal cair dapat maka dapat dicampur pada suhu ruang, sehingga dinamakan *coldmix* (ASHTO,1972).

Pemanfaatan wadah yang diproduksi menggunakan Polyethylene Terephthalate (PET) berkembang karena kemajuan barang-barang siap minum. Jenis bundling ini sangat terkenal dengan bisnis penyegaran karena tidak sulit dibentuk, padat, lugas, bersih dan efisien. Berkembangnya pemanfaatan kendi PET berdampak pada jumlah sampah yang juga semakin meningkat sehingga dapat menjadi masalah yang wajar jika tidak ditangani dengan tepat. Limbah ini sampai saat ini belum dimanfaatkan di Indonesia, pemanfaatannya baru pada tahap pembuatan PET hasil hack yang kemudian dikirim ke negara-negara yang memiliki industri reuse botol minuman. Pemeriksaan ini berarti untuk mengaudit perlakuan terhadap pemborosan peti kemas yang digunakan, teknik persiapan, keadaan yang menguntungkan dan kekurangan item di mana survei ini bergantung pada informasi eksplorasi dan artikel logis. Di Jepang, siklus penggunaan kembali pemborosan wadah plastik memiliki porsi terbesar, yakni 85%. Teknik penggunaan dipisahkan dari perbaikan menjadi botol minuman, ada beberapa strategi berbeda yang digunakan, menjadi monomerisasi khusus, gasifikasi, pencairan dan perubahan ke energi. (Institut Pengelolaan Sampah Plastik, 2009) Pada tahun 2016, sebanyak 1,3 juta ton dikumpulkan, di mana 20% dari jumlah ini atau sekitar 0,26 juta ton diperdagangkan ke China dan Hong Kong untuk digunakan kembali menjadi botol. Sisa dari sisa botol PET yang terkumpul ditangani menjadi instrumen dengan kapasitas berbeda, misalnya lembaran film, alat tanam, ember, dan suku cadang mobil. (American Chemistry Council, 2017)

Perluasan zat tambahan merupakan salah satu pendekatan untuk membangun sifat campuran aspal. Zat yang ditambahkan adalah bagian ekstra di luar ruas dasar dalam padatan bagian aspal yang dicampurkan sehingga dapat memberikan hasil yang konstruktif di dalamnya. Perkerasan Aspal Recovered (RAP) adalah aspal yang telah mengalami kerusakan berat yang selanjutnya digali dan dihancurkan menjadi total (Sunarjono, dkk., 2012). Recovered Asphalt Pavement (RAP) adalah pilihan yang berharga berbeda dengan material baru karena dapat mengurangi dalam penggunaan total baru dan ukuran black-top baru yang dibutuhkan dalam menghasilkan campuran black-top panas "(Copeland, 2011). Sampai saat ini Intinya, RAP baru saja digunakan sebagai inlay, namun perlu diperhatikan bahwa RAP tersebut mengandung black-top yang sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai material aspal. Jadi penting untuk

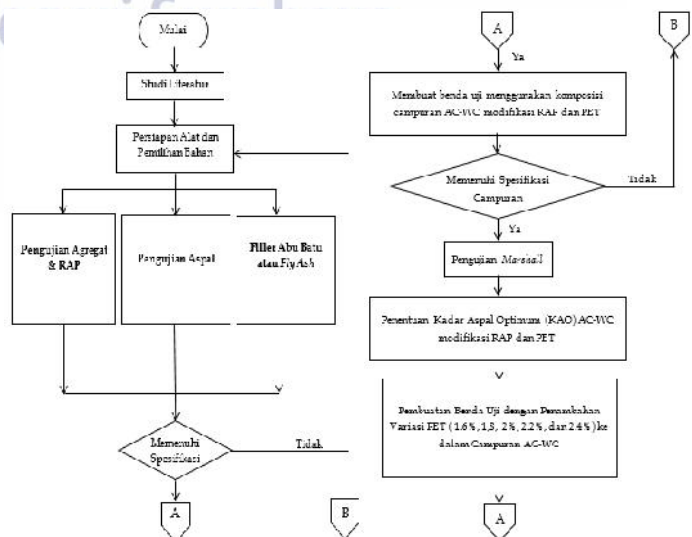
dilakukan upaya agar RAP tersebut dapat digunakan kembali dan digunakan sebagai bahan aspal.

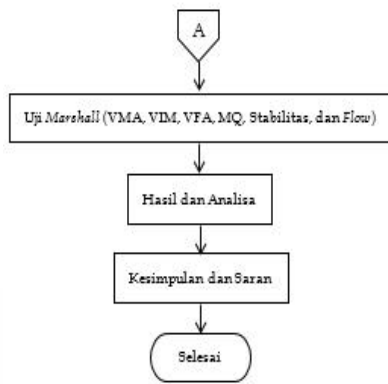
Karakteristik dari Marshall sebagai bahan campuran terdiri dari stabilitas, flow, Void in Mineral Aggregate (VMA), Void In Mix (VIM), Void Filled with Bittument (VFB) dan Marshall Quotient (MQ). Nilai stabilitas yang tinggi dapat menunjukkan kemampuan campuran dalam menahan beban kendaraan yang melintas pada perkerasan jalan. Salah satu pendekatan untuk mencegah kerusakan aspal karena beban kendaraan adalah dengan meningkatkan kualitas dan keandalan aspal (Sukirman, 2003).

Penelitian ini meninjau pengaruh penambahan Polyethylene Terephthalate (PET) sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton terhadap karakteristik Marshall yang meliputi stabilitas, flow, Void in Mineral Aggregate (VMA), Void In Mix (VIM), Void Filled with Bittument (VFB) dan Marshall Quotient (MQ). Penelitian ini menggunakan campuran aspal Laston AC-WC spesifikasi Bina Marga 2018 yang diuji dengan metode Marshall dengan beberapa variasi perbandingan komposisi material RAP serta penambahan Polyethylene Terephthalate (PET) untuk hasil KAO benda uji.

METODE

Metode penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya dan di PT. Merakindo Mix. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemakaian limbah plastik PET pada campuran laston WC dengan RAP sebagai agregat. Langkah penelitian terdiri dari pengujian ekstrasi material, properties agregat dan aspal, uji analisa saringan untuk amplop gradasi campuran, dan tes Marshall. Material yang digunakan dalam penelitian yaitu agregat kasar, agregat halus, agregat kasar RAP, plastik PET, dan aspal pen 60/70. Beberapa hal yang harus dipersiapkan untuk proses penelitian terdapat pada bagan alir yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1 berikut





Gambar 1. Flow Chart

Dalam melakukan pengujian Marshall peralatan yang dibutuhkan terdiri dari cincin pembuktian dengan kapasitas 22,2 KN (= 5000 lbf), *flow* meter, palu pemadat, dan perendaman yang dilengkapi dengan pengatur suhu. Peralatan tersebut tersedia di Laboratorium PT. Merakindo Mix dan Laboratorium Pengujian Bahan Balai Besar Jalan Nasional VIII di Wilayah Jawa Timur yang sudah memiliki standar alat kalibrasi. Metode yang dipakai dalam pembuatan aspal beton yaitu dengan mengikuti tahapan-tahapan dalam penerapan metode Marshall (SNI-06-2489-1991 atau AASTHO T 245-90). Sifat campuran aspal panas daur ulang harus memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018.



Gambar 2. Alat Pengujian Marshall

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dalam penelitian ini adalah Gradasi campuran dilakukan dengan mencampurkan RAP dengan agregat baru sehingga bisa memenuhi gradasi yang sudah memenuhi syarat dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010. Komposisi rancangan campuran dibagi menjadi fraksi-fraksi tertentu, meliputi:

- 1) Agregat Kasar yang memiliki ukuran 10-15 mm, diganti dengan RAP.
- 2) Agregat Sedang yang memiliki ukuran 5-10 mm, diganti dengan plastik Polyethylene Terephthalate (PET),

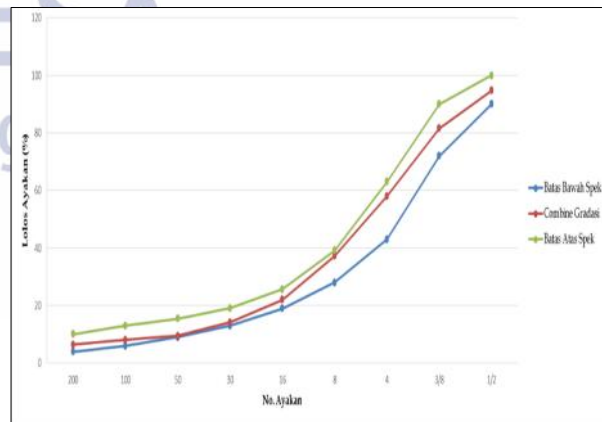
- 3) Agregat Halus yang memiliki ukuran 0-5 mm.
- 4) Filler fly ash.

Dalam pembuatan benda uji untuk *trial and error* ini dibutuhkan beberapa gradasi gabungan agregat dan RAP untuk menentukan kontrol atau standar dalam pembuatan benda uji akhir. Untuk mendapatkan hasil dari gradasi agregat gabungan yang dapat memenuhi standar Bina Marga 2010 Revisi I divisi 6, maka diperlukan *trial and error*, dimana hasil dari gradasi gabungan tersebut diharapkan mampu memenuhi atau tidak melebihi dari batas perkiraan nilai kurva yang telah disyaratkan oleh Bina Marga 2010.

Tabel 1. Gradasi Gabungan RAP

Sieve No.	Agregat Kasar RAP (10-15 mm)		Agregat Medium (5-10 mm)		Agregat Halus (0-5 mm)		Filler Fly Ash		Total	Spesifikasi
	21%		32%		45%		2%			
1"	100	21.0	100	32.0	100	45.0	100	2.0	100	
¾"	100	21.0	100	32.0	100	45.0	100	2.0	100	100
½"	74.97	15.7	100	32.0	100	45.0	100	2.0	94.7	90 - 100
3/8"	32.45	6.8	86.6	27.7	100	45.0	100	2.0	81.5	72 - 90
No.4	3.25	0.7	32.4	10.4	99.8	49.9	100	2.0	58.0	43 - 63
8	0.60	0.1	8.6	2.8	72.0	32.4	100	2.0	37.3	28 - 39.1
16	0.5	0.1	3.1	1.0	41.9	18.9	100	2.0	22.0	19 - 25.6
30	-	-	1.4	0.4	25.9	11.7	100	2.0	14.1	13 - 19.1
50	-	-	-	-	16.7	7.5	100	2.0	9.5	9 - 15.5
100	-	-	-	-	13.6	6.1	99.25	1.99	8.1	6 - 13
200	-	-	-	-	9.8	4.4	99.10	1.98	6.4	4 - 10

Sumber: Pengujian peneliti di Laboratorium PT. Merakindo Mix Driyorejo Gresik



Gambar 4.2 : Grafik Gradasi Gabungan

Sumber : Hasil analisis peneliti di PT. Merakindo Mix

Setelah dilakukan gradasi penggabungan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) kemudian dapat menentukan kadar dari aspal rencana dengan acuan *Asphalt Institute* adalah sebagai berikut :

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K$$

$$= 0,035(62,7\%) + 0,045(30,9\%) + 0,18(6,4\%) + 0,5$$

$$= 5,238\% = 5\%$$

Dimana:

Pb : Kadar aspal rencana, persen terhadap berat campuran

CA : Agregat kasar, persen agregat tertahan saringan no. 8

FA : Agregat halus, persen agregat lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan no. 200

FF : Agregat lolos ayakan no. 200

K : Konstanta (nilai K sekita 0,5 sampai 1,0 untuk AC dan 2,0 – 3,0 untuk HRS).

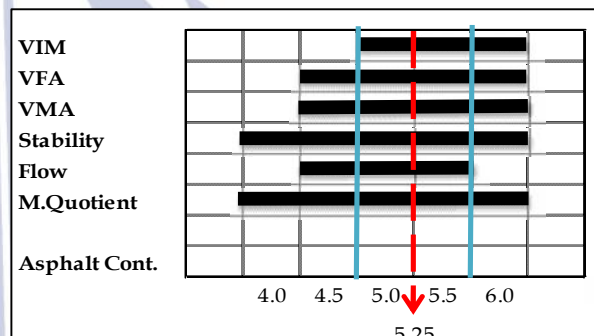
Setelah didapatkan nilai Pb dari beberapa variasi, hasil yang diperoleh dari kadar aspal rencana yang digunakan yaitu (Pb = 5,0%). Untuk mendapatkan hasil dari nilai kadar aspal optimum (KAO), maka dalam penelitian ini dibuatkan variasi dengan 5 kadar aspal menggunakan jumlah benda uji 10. Benda uji tersebut memiliki masing-masing kadar 2 benda uji. Variasi kadar yang digunakan adalah (Pb – 1,0)%, (Pb - 0,5)%, (Pb)%, (Pb + 0,5)%, dan (Pb + 1,0)%.

Tabel 2. Variasi Benda Uji

Perkiraan Kadar Aspal	Gradasi Batas Tengah	Keterangan
4,0%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 1,0 (%)
4,5%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 0,5 (%)
4,75%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 0,25 (%)
5,0%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb (%)
5,25%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 0,25 (%)
5,5%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 0,5 (%)
5,75%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 0,75 (%)
6,0%	2 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + RAP (Hot bin III) + Filler fly ash + Kadar aspal minyak Pb = 1,0 (%)
Jumlah		16 buah

Agregat memiliki presentase masing- masing yang sudah didapatkan dan kadar aspal variasi tersebut dikalikan dengan berat satu mould 1200 gram. Benda uji yang telah dipadatkan menggunakan alat compactor kemudian direndam di dalam waterbath. Suhu rendaman yang digunakan yaitu 60°c selama 30 menit. Setelah benda uji memiliki suhu yang stabil, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan alat Marshall. Pengujian Marshall pada campuran AC-WC dilakukan dengan variasi perbandingan komposisi material RAP serta penambahan PET.

Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian campuran, data yang didapatkan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) suatu campuran. Metode yang dipakai untuk menentukan KAO menggunakan metode Marshall.



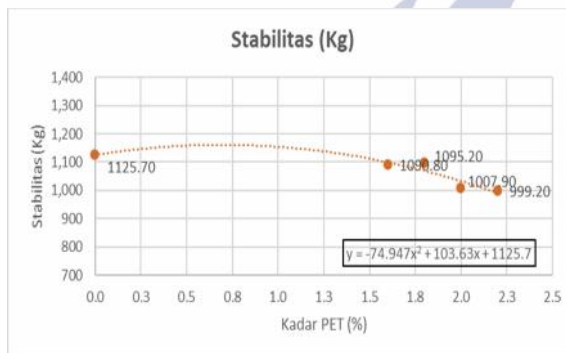
Gambar 2. Penentuan KAO AC-WC

Gambar 2 menampilkan hasil pangujian marshall dengan menggunakan kadar aspal rencana semula (4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%) dan kadar aspal rencana yang kerapatannya lebih rapat (4%, 4,5%, 4,75%, 5%, 5,25%, 5,5%, 5,75%, 6%) untuk hasil campuran AC-WC dan RAP didapatkan hasil Kadar Aspal Optimum (KAO) yang ditentukan dengan menggabungkan nilai VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient (MQ) yang didapatkan dari suatu selang kadar aspal yang memenuhi syarat dan diambil nilai stabilitas tertinggi tersebut yaitu 5,25%. Kemudian kadar aspal 5,25% kita jadikan sebagai kontrol untuk KAO pada penelitian ini, berikut ini hasil Marshall Test dari pembuatan benda uji kadar aspal 5,25% sebagai kontrol.

Setelah mendapatkan KAO dari campuran AC-WC dengan RAP sebesar 21% selanjutnya dilakukan pengujian Marshall kembali dengan variasi penambahan PET. Analisis yang digunakan adalah mendapatkan nilai-nilai dari uji Marshall yang digunakan untuk mengetahui karakteristik dari setiap campuran variasi kadar PET pada benda uji, yaitu benda uji yang memiliki kadar 0%, 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% pada formula campuran lapisan aspal AC-WC Pen 60/70.

1. Stabilitas

Hasil yang didapatkan dari uji stabilitas pada aspal campuran laston AC-WC baik tanpa atau menggunakan PET dapat ditarik kesimpulan bahwa semua mengalami peningkatan dari nilai minimum pada spesifikasi Bina Marga 2010. Peningkatan nilai stabilitas tertinggi terjadi pada kadar 0%. Pada kadar 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% mengalami penurunan dari nilai stabilitas tetapi masih masuk dalam batas minimum yaitu 800 kg. Nilai stabilitas terbaik terdapat pada kontrol PET kadar 0%. Penambahan PET dapat memenuhi spesifikasi dari campuran laston AC-WC, dimana nilai minimum stabilitas dapat berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga tahun 2010 adalah 800 kg. Hasil stabilitas bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Grafik Stabilitas

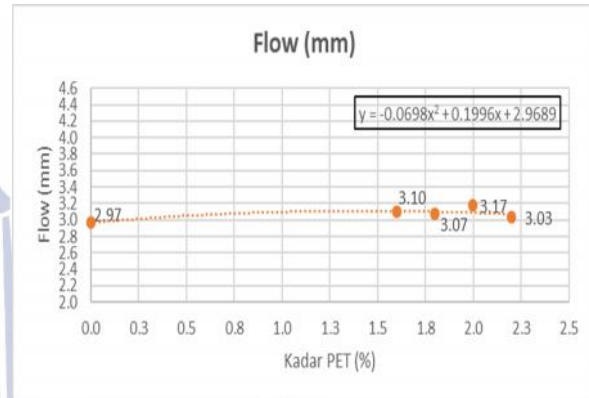
Dapat disimpulkan lapisan aspal beton AC-WC + RAP dan dilakukan penambahan PET mempunyai hasil stabilitas diatas rata-rata dan telah memenuhi kemampuan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi adanya perubahan bentuk jalan seperti berbentuk gelombang, berbentuk alur, dan adanya bleeding sebanding dengan adanya kebutuhan jalan yang melayani volume lalu lintas yang tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan yang berat dan membutuhkan nilai stabilitas tinggi.

2. Kelelahan (Flow)

Hasil yang didapat pada uji kelelahan atau flow untuk lapisan aspal beton AC-WC + RAP +PET, dengan kadar aspal optimum dari trial and error penggunaan RAP yaitu 5,25%. Penggunaan PET sebagai bahan penambah dari kadar aspal optimum (KAO). Sehingga dapat kita ketahui pengaruh dari penggunaan PET.

Penambahan variasi PET pada penelitian ini adalah 0%, 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2%. Pada penambahan PET 1,6% di dapatkan nilai kelelahan/ flow sebesar 3.1 mm, nilai kelelahan/ flow ini mengalami peningkatan dari nilai kontrol sebesar 2.97% yang tidak memenuhi nilai flow sebesar 3% sesuai spesifikasi umum Bina Marga 2010. Pada penambahan PET 2% di dapatkan nilai

kelelahan/flow sebesar 3.17 mm, pada nilai ini mengalami kenaikan tertinggi dari nilai kontrol sebesar 2,97%. Pada penambahan variasi PET yang sudah memenuhi persyaratan standar spesifikasi umum Bina Marga tahun 2010 adalah kelelahan/ flow dengan nilai minimal 3 mm dan nilai maksimal 5 mm. Berikut hasil dari kelelahan/flow bisa dilihat pada Gambar 4.11.

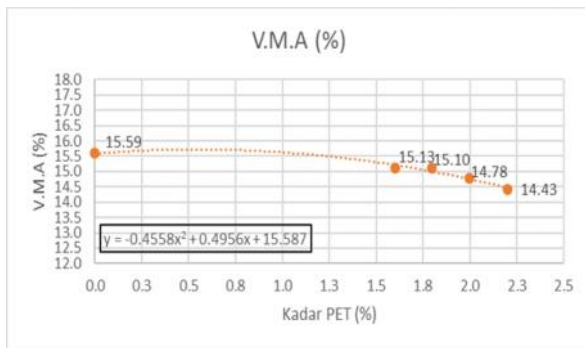


Gambar 5. Hasil Grafik Kelelahan (Flow)

Dapat disimpulkan bahwa lapisan aspal beton AC-WC + RAP dengan penambahan PET 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% ini memiliki nilai kelelahan atau flow diatas nilai minimum yaitu 3,00 mm yang menghasilkan nilai dari campuran yang bersifat plastis juga masih elastis supaya dapat memenuhi kemampuan dari perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas secara merata. Lapisan aspal beton AC-WC + RAP + PET mempunyai yang sifat elastisitasnya lebih tinggi tetapi juga memenuhi nilai dari kelelahan atau flow yang ada didalam persyaratan standar spesifikasi Bina Marga tahun 2010.

3. VMA (Voids in the Mineral Aggregate)

Hasil yang didapatkan dari perhitungan VMA untuk campuran AC-WC + RAP dengan dilakukan penambahan PET menggunakan kadar aspal optimum pada kontrol sebesar 5,25%. Pada perhitungan VMA dengan kontrol PET 0% di dapat nilai tertinggi sebesar 15,59%, nilai tersebut paling tinggi dari batas nilai VMA. Pada kadar PET 1.6%, 1.8% nilai VMA semakin turun namun tetap masuk dalam spesifikasi. Sedangkan untuk kadar PET 2%, dan 2.2% nilai VMA tidak masuk batas dimana nilai minimum yaitu 15% berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2010 sebesar 15%. Hasil VMA pada variasi PET dapat dilihat pada Gambar 4.12.

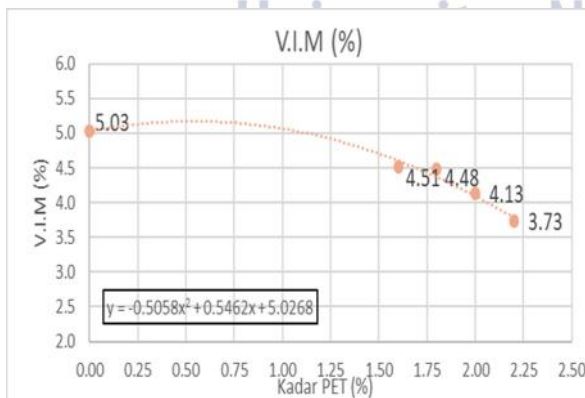


Gambar 6. Grafik VMA

Dapat disimpulkan lapisan aspal beton AC-WC + RAP + PET memiliki nilai VMA lebih rendah yaitu 15,13% dan 15,10%, pada penambahan PET 1.6%, 1.8% yang menunjukkan adanya campuran yang mempunyai pori udara di antara butir agregat semakin sedikit karena ukuran dari gradasi yang semakin rapat untuk campuran AC-WC + RAP + PET. Penyebab agregat dari RAP sendiri memiliki kadar aspal yang melekat pada setiap butir agregat RAP membuat campuran lebih kedap dan juga rapat, tetapi masih memenuhi dari nilai VMA minimal 15% yang ada didalam persyaratan standar spesifikasi Bina Marga tahun 2010. Sedangkan untuk lapisan aspal beton AC-WC + RAP dan PET kadar 2%, dan 2.2% mempunyai pori udara di antara butir agregat yang tidak memenuhi batas minimum.

4. VIM (Void In Mix)

Hasil yang didapatkan dari pengujian VIM lapisan aspal beton AC-WC + RAP dengan penambahan PET kadar aspal optimum 5,25. Pada semua nilai VIM pada variasi PET 0%, 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% telah memenuhi spesifikasi umum Bina Marga tahun 2010. Dimana nilai untuk VIM minimum adalah 3,5% dan maksimum 5,0% berdasarkan spesifikasi. Nilai VIM dapat dilihat Gambar 4.13.

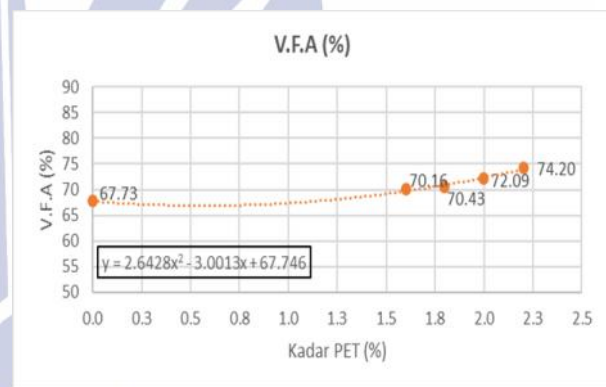


Gambar 7. Grafik VIM

Dapat disimpulkan bahwa lapisan aspal beton AC-WC + RAP dan dilakukan penambahan PET memiliki penurunan nilai VIM pada kadar PET 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% menunjukkan adanya campuran yang memiliki pori-pori udara antara butir agregat dan aspal yang lebih sedikit karena lelehan dari kadar aspal yang terdapat pada agregat RAP, agregat yang memiliki sifat lebih rapat tetapi juga memenuhi nilai VIM yang ada pada persyaratan standar spesifikasi Bina Marga tahun 2010.

5. VFA (Void Filled with Asphalt)

Hasil yang didapatkan dalam pengujian VFA pada lapisan aspal beton AC-WC + RAP dengan dilakukan penambahan PET kadar aspal optimum 5,25. Pada semua nilai VFA variasi PET 0%, 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% memenuhi persyaratan. Semakin tinggi kadar PET yang dimasukkan, nilai VFA juga semakin tinggi dan memenuhi terhadap persyaratan dari standar spesifikasi Bina Marga tahun 2010 yaitu nilai VFA minimal 65%. Nilai VFA dapat dilihat pada Gambar 4.

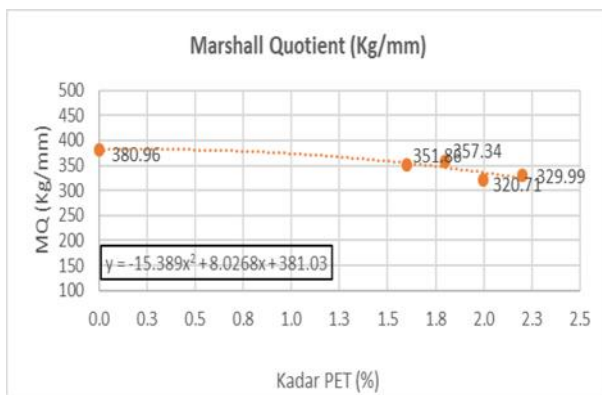


Gambar 7. Grafik VMA

Dapat disimpulkan bahwa lapisan aspal beton AC-WC + RAP + PET yang semakin tinggi menunjukkan campuran aspal mempunyai rongga-rongga dalam yang terisi aspal dengan optimum. Kriteria VFA ini dapat membantu supaya campuran tidak rutting terhadap berat beban lalu lintas.

6. MQ (Marshall Quotient)

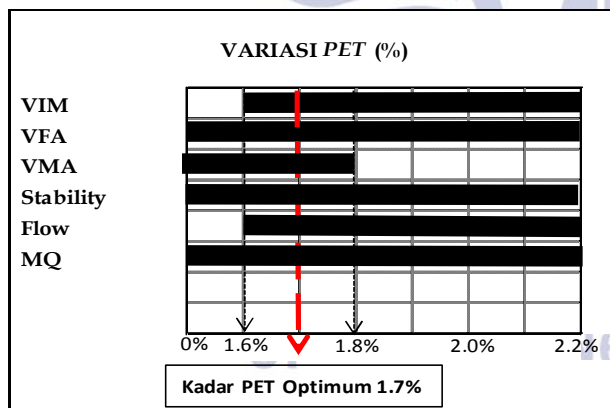
Hasil yang didapatkan dari pengujian MQ (Marshall Quotient) lapisan aspal beton AC-WC + RAP dengan penambahan PET kadar aspal optimum 5,25. Pada semua nilai MQ variasi PET 0%, 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% telah memenuhi nilai persyaratan. Standar spesifikasi Bina Marga 2010 adalah nilai MQ (Marshall Quotient) minimal 250 Kg/mm. Hasil dari nilai MQ dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 7. Grafik Marshall Quotient

Dapat disimpulkan hasil dari lapisan aspal beton AC-WC + RAP dengan penambahan PET mempunyai nilai MQ (Marshall Quotient) yang paling tinggi yaitu 357,34 Kg/mm pada variasi PET 1,8% hasil menunjukan campuran yang punya sifat kekakuan lebih tinggi dibanding dengan variasi PET yang lain, tetapi tetap memiliki sifat yang lentur dan stabil karena masih dalam batas ketentuan standart spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 1.

Penentuan kadar crumb rubber optimum ditentukan hubungan dari beberapa parameter pengujian mix design aspal AC-WC + RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) + PET dengan standar yang disyaratkan, seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Kontrol Kadar Polyethylene Terephthalate
Sumber : Hasil Analisis Peneliti di Lab PT. Merakindo Mix Krikilan Driyorejo, Gresik.

Hasil pangujian dari marshall dengan menggunakan kadar variasi Polyethylene Terephthalate (PET) 0%, 1.6%, 1.8%, 2%, dan 2.2% dengan pencampuran KAO yang di dapat dari campuran AC-WC dan RAP, diperoleh hasil kontrol kadar Polyethylene Terephthalate (PET) dapat ditentukan dari penggabungan nilai VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient (MQ) yang sudah

mendapatkan suatu selang kadar aspal yang memenuhi syarat, diambil nilai yang masuk dalam spesifikasi Bina Marga 2013 selang nilai tersebut, disimpulkan bahwa kontrol pada penggunaan Polyethylene Terephthalate (PET) memenuhi karakteristik Marshall variasi sebesar 1,7%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisa dan diskusi tentang pengaruh penambahan LDPE dan substitusi agregat material RAP pada campuran AC-WC, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh dalam penambahan material RAP pengganti fraksi ukuran 10-15 mm dengan komposisi sebesar 21%, Agregat Medium 5 hingga 10 mm sebesar 32%, Agregat Halus 0 hingga 5 mm sebesar 45% masuk kedalam persyaratan amplop gradasi untuk lapisan aspal beton AC-WC.
2. Nilai dari Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam campuran aspal panas AC-WC pada RAP paling optimal sebesar 5,25%. Nilai KAO berdasarkan rata rata dari kadar aspal rencana yang setelah diuji memenuhi spesifikasi.
3. Variasi penambahan Polyethylene Terephthalate (PET) paling optimum ada pada kadar penambahan sebesar 1,7%. Penentuan berdasarkan pengujian Marshall dengan menggabungkan nilai – nilai dari VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient (MQ).

Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan tidak hanya melakukan dari segi karakteristik Marshall aspal beton saja, juga harus dipertimbangkan lagi dalam segi biaya sehingga dapat mengurangi kebutuhan agregat alam karena menggunakan material RAP dan PET.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures 1972, AASHTO Washington DC., Chapter III Revised 1981.
- Asphalt Institute, 1993 Mix design Method Of for Asphalt Concrete And Other Hot Mix Manual series No. 2 (Ms-2), March 1997 Printing.
- Bina Marga. (2010). Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Budianto, H. (2009). Menuju Jalan yang Andal, PT. Cakra Daya Sakti. Surabaya.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas. Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah. Jakarta.

Falevi, R. (2012). Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC-Wearing Course (ACWC) Gradasi Halus dengan Menggunakan Aspal Pen 60-70 Variasi Abrasi Agregat Baru (Studi Kasus Jalan Nasional Pandaan – Malang). Tesis Pasca Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Harahab, S. Soemitro, R.A.A., Budianto, H. (2013). “Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC-Wearing Course (AC-WC) Gradasi Kasar dengan Aspal Pen 60-70 dan Aspal Modifikasi Jenis TRS 55 (Studi Kasus Jalan Nasional Pandaan-Malang dan Jalan Nasional Pilang-Probolinggo)”. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, Surabaya 15 Agustus 2013, ISBN No. 978-979-96700-6-9.

Kusmarini, E.P., Soemitro, R.A.A., Budianto, H. (2012). “Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan Aspal Pen 60 – 70 sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) (Studi Kasus Ruas Jalan Gemekan – Jombang dan Pandaan – Malang)”. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW) Surabaya, 11 Juli 2012, ISSN 2301-6752, Material Bahan Bangunan dan Konstruksi, hal. F-5 – F-10.

National Asphalt Pavement Association (1996). Hot Mix Asphalt Materials Mixture Design and Construction. NAPA Education Foundation. Maryland

Sukirman, S. (1992), Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Jalan, NOVA, Bandung.

Sukirman, S. (2003) Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit.

