

# PENGARUH PENCAMPURAN LIMBAH PLASTIK PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) TERHADAP NILAI MARSHALL ASPAL PORI

Cindi Anastasia Erita<sup>1</sup>, Guswandi<sup>2</sup>, Lizar<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Bengkalis, Jln. Bathin Alam Sei Alam Kab.Bengkalis Prov.Riau

*Cindianastasiaerita30@gmail.com*<sup>1</sup>, *guswandi@polbeng.ac.id*<sup>2</sup>, *lizar@polbeng.ac.id*<sup>3</sup>

## Abstrak

Mencampurkan plastik jenis PET pada campuran aspal pori diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dari permasalahan yang timbul akibat penggunaan sampah plastik dan genangan air pada perkerasan jalan saat musim hujan yang dapat menyebabkan slip pada roda kendaraan. Karena PET merupakan resin yang tahan lama, kuat, ringan, dan mudah dibentuk ketika panas, serta memiliki daya serap uap air yang rendah. Tujuan utamanya adalah ingin mengetahui nilai marshall pada aspal pori akibat adanya pencampuran plastik jenis PET tersebut pada campuran. Metode yang digunakan mengacu pada Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004, dengan menggunakan variasi kadar aspal 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%, sebanyak 5 sampel untuk setiap kadarnya agar diperoleh KAO. Kemudian dari KAO tersebut dibuat lagi sample yang dicampurkan dengan PET sebanyak 2%, 4% dan 6% dari berat aspal. Hasilnya, terjadi penurunan nilai VIM dan FLOW campuran seiring dengan peningkatan persentase kadar PET, tetapi untuk nilai stabilitas dan MQ cenderung mengalami peningkatan.

**Kata Kunci:** Plastik PET, Marshall, Aspal Pori.

## Abstract

*Intermix of PET type plastic on a pore asphalt mixture is expected to be one of the solutions to the problems solve from plastic waste and puddles on road pavement, particularly during the rainy season which can cause slip on vehicle wheels. The use of PET plastic is done because this object is a resin that is durable, strong, lightweight, and easily formed in hot conditions and has low moisture absorption. The main purpose of this studied is to determine the Marshall value on asphalt pores due to the mixing of PET-type plastics in the mixture. The method that has been used was based on the 2004 Australian Asphalt Pavement Association (AAPA), using variations of asphalt levels of 4%, 4.5%, 5%, 5.5% and 6%, with five samples for each level to obtain Optimum Asphalt Content (OAC). Furthermore, the composition of OAC was made again as specimens mixed with PET as much as 2%, 4% and 6% by weight of asphalt. The results have shown a decrease in the mixture's VIM and FLOW values along with an increase in the percentage of PET content. Conversely, the value of stability and Marshall Quotient tends to increase.*

**Keywords:** Porous asphalt, Marshall, PET Plastic

## 1. PENDAHULUAN

Jalan mempunyai peranan sebagai prasarana transportasi darat yang sangat penting, dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Keberadaan jalan juga sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi. Agar transportasi berjalan lancar, diperlukan prasarana transportasi yang memadai. Permasalahan pada jalan saat musim hujan yaitu kondisi fisik dari jalan seperti genangan air, genangan air hujan diatas perkerasan jalan yang selalu terjadi pada musim penghujan, mengakibatkan gangguan kenyamanan pengendara. Karakter flexible pavement yang kedap terhadap air dan drainase yang buruk sepanjang jalan, mendukung fenomena

tersebut. Hal tersebut mengurangi resapan air hujan sehingga mempercepat kerusakan jalan. Aspal pori merupakan salah satu inovasi untuk meningkatkan resapan air hujan pada tanah dan untuk mengurangi adanya genangan diatas jalan.

Perkerasan aspal pori ini mempunyai keuntungan bagi pengguna jalan dan lingkungan secara efektif dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas jalan raya pada kondisi cuaca yang sangat buruk seperti hujan deras, maka dengan perkerasan aspal pori ini dapat mengurangi air yang tergenang dan mempunyai tingkat kekasaran yang baik sehingga pada saat kecepatan tinggi, roda tidak mudah slip.

Di era globalisasi ini, penggunaan kemasan plastik tidak bisa lepas dalam kehidupan sehari-hari. Jumlah konsumsi plastik terus meningkat disetiap tahunnya. Namun, limbah plastik yang semakin menumpuk belum dimanfaatkan sebaik mungkin. Selain sulit terurai dengan tanah, plastik juga apabila dibakar asap yang ditimbulkan dapat merusak kesehatan, proses daur-ulangan plastik pun hanya merubah plastik menjadi sesuatu yang baru yang ketika barang tersebut tidak terpakai lagi maka akan kembali menjadi sampah.

Mencampurkan plastik jenis PET pada campuran aspal pori diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dari permasalahan yang timbul akibat penggunaan sampah plastik. PET sendiri memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. PET merupakan resin yang tahan lama, kuat, ringan, dan mudah dibentuk ketika panas, mempunyai sifat tidak elastis dan juga mempunyai sifat thermoplastic sama dengan aspal yaitu pada suhu tinggi akan mencair tetapi pada suhu lingkungan akan menjadi keras. Selain itu merupakan limbah kategori polimer elastomer yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat rheology aspal.

Tujuan utamanya adalah ingin mengetahui nilai *marshall* pada aspal pori akibat adanya pencampuran plastik jenis PET tersebut pada campuran, selain itu untuk mengetahui bagaimana stabilitas campuran agregat dan aspal pori terhadap kelelahan dikarenakan adanya penggunaan plastik.

#### A. Aspal (*Porous Asphalt*)

Menurut referensi [1], Aspal porus atau aspal berpori adalah campuran beraspal yang sedang dikembangkan untuk konstruksi lapis permukaan menggunakan gradasi terbuka dan terletak diatas lapisan kedap air. Gradasi yang digunakan memiliki fraksi agregat kasar berkisar 70-85% dan agregat halus berkisar antara 15-30% dari berat total campuran. [2] aspal pori digunakan sebagai lapisan permukaan jalan raya yang melayani lalu lintas sedang. Aspal pori berfungsi sebagai pendukung beban lalu lintas, dan drainase,

dan juga aspal pori diletakkan pada permukaan lapis perkerasan yang kedap air.

#### B. Perkerasan Aspal Pori (*Porous Asphalt Pavement*)

Menurut [3] Campuran aspal pori merupakan campuran beraspal yang sedang dikembangkan untuk konstruksi wearing course. Jenis konstruksi ini direncanakan khusus supaya sesudah penghamparan dan pemadatan dilapangan mempunyai rongga udara sebesar 15%-25%, sehingga jenis konstruksi ini memiliki sifat permeabilitas baik. Biasanya aspal pori dipakai untuk lapisan permukaan dan dihamparkan diatas lapisan perkerasan yang kedap air. Persentase rongga udara yang sangat besar merupakan jaringan drainase didalam lapisan perkerasan, yang dapat mengalirkan air hujan mulai dari turun hujan sampai meresap ke dalam perkerasan dan mengalir ke saluran samping.

#### C. Gradasi agregat campuran aspal pori

Gradasi seragam (*uniform graded*), adalah agregat dengan ukuran hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil. *Uniform graded* inilah yang digunakan peneliti untuk mengetahui karakteristik nilai *marshall* dan permeabilitas pada aspal berpori. Persyaratan dan sifat-sifat teknis agregat pada campuran aspal pori seperti yang ditentukan oleh spesifikasi Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004 [4].

## 2. METODE PENELITIAN

Sebelum dilakukan proses pembuatan benda uji dilakukan proses persiapan untuk penyediaan alat dan bahan-bahan yang akan digunakan. Dimana sebelumnya sudah melaksanakan pengujian terhadap bahan untuk mengetahui kualitas bahan yang akan digunakan apakah telah sesuai dengan spesifikasi yang sudah ada.

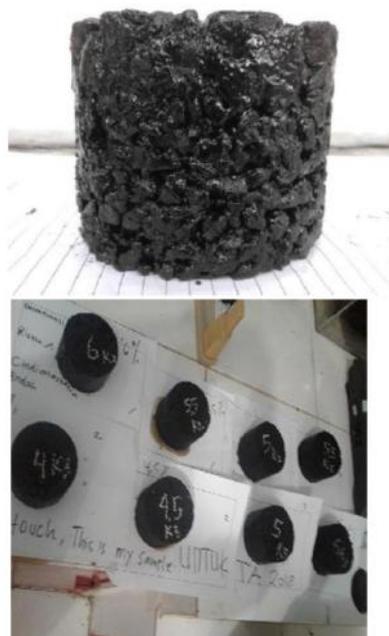
Untuk bahan yang digunakan, agregat kasar dan agregat halus diambil dari Tanjung Balai Karimun. Aspal yang digunakan adalah aspal PT. Pertamina penetrasi 60/70, dan untuk *filler*, menggunakan semen Padang. Serta menggunakan botol plastik jenis PET simbol/Kode 1 sebagai bahan tambah.



Gambar 1. Plastik jenis PET

Setelah proses pengujian properties material dilakukan, dilanjutkan proses perencanaan benda uji yang terdiri dari 2 kelompok benda uji. Kelompok benda uji pertama adalah jenis campuran aspal pori dengan kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% untuk memperoleh KAO. Kelompok benda uji 2 adalah jenis campuran aspal pori dengan KAO dari kelompok benda uji 1 dengan Plastik PET 2%, 4% dan 6% dari berat aspal.

Dalam penelitian ini digunakan gradasi seragam pada lapisan AC-WC aspal pori. Pada komposisi ini lebih dominan komposisi agregat kasarnya, sehingga untuk persyaratan visual dan karakteristik marshall aspal pori yang digunakan seperti permukaan yang lebih kering dan juga kadar rongga campuran (VIM) lebih banyak.



Gambar 2. Sampel pengujian Marshal

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan adalah uraian dari hasil data yang diperoleh dari pengujian-pengujian di laboratorium yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dalam penelitian.

#### A. Hasil pengujian Aspal

Pada lapis perkerasan jalan, aspal berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar dari kekuatan masing-masing agregat. Hasil pengujian aspal ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa aspal yang digunakan telah memenuhi spesifikasi atau syarat sebagai bahan pengikat perkerasan.

Tabel 1. Hasil pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Metode	Spesifikasi Aspal Pen 60/70	Hasil	Ket
1	Penertasi, 25°C ; 5;det; 100 gr;0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-70	67,7	Memenuhi
2	Titik nyala dan titik bakar	SNI 06-2433-1991	> 232 °C	336°C & 342°C	Memenuhi
3	Titik lembek, °C	SNI 06-2434-1991	> 48	56,5°C	Memenuhi
4	Daktalitas, 25C, 5cm/menit	SNI 06-2432-1991	> 100 cm	102,0 cm	Memenuhi
5	Berat jenis (gr)	SNI 06-2441-1992	1.0	1,198 gr	Memenuhi
6	Kehilangan berat Aspal (mm)	SNI 06-2440-1991	< 0,8	0,159	Memenuhi

*B. Hasil pengujian Agregat*

Bina marga telah mengeluarkan spesifikasi agregat kasar yang dapat digunakan sebagai bahan perkerasan, hal ini merupakan adaptasi dari standar yang dikeluarkan AASHTO dan

BSI. Ada dua jenis agregat yaitu agregat kasar dan agregat halus. Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2** Rekap Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Metode	Hasil	Keterangan	Spesifikasi
1	Berat jenis bulk	SNI 03 - 1970 – 1990	2,57	Memenuhi	Min. 2,5
2	Berat jenis apperent	SNI 03 - 1970 – 1990	2,61	Memenuhi	> 2,5
3	Berat jenis SSD	SNI 03 - 1970 – 1990	2,59	Memenuhi	> 2,5
4	Penyerapan air	SNI 03 - 1970 – 1990	0,50	Memenuhi	Maks.3 %

**Tabel 3** Rekap hasil pengujian agregat halus

No	Jenis pengujian	Metode	Hasil	Keterangan	Spesifikasi
1	Berat jenis bulk	SNI 03 - 1970 – 1990	2,56	Memenuhi	Min. 2,5
2	Berat jenis apperent	SNI 03 - 1970 – 1990	2,70	Memenuhi	≥ 2,5
3	Berat jenis SSD	SNI 03 - 1970 – 1990	2,61	Memenuhi	≥ 2,5
4	Penyerapan air	SNI 03 - 1970 – 1990	2,04	Memenuhi	Maks 3 %

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa agregat kasar dan agregat halus yang di pakai sudah memenuhi standar yang dikeluarkan oleh Bina marga.

*C. Hasil pengujian Marshall aspal pori*

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dan nilai kelelehan, yang digunakan sebagai pendekatan terhadap

tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Pengujian Marshall dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal, seperti ketahanan atau stabilitas dari perbandingan kekuatan Aspal AC-WC dan aspal pori.

Berikut merupakan rekapan hasil pengujian-pengujian marshall aspal pori, seperti yang terlihat pada Tabel 4.

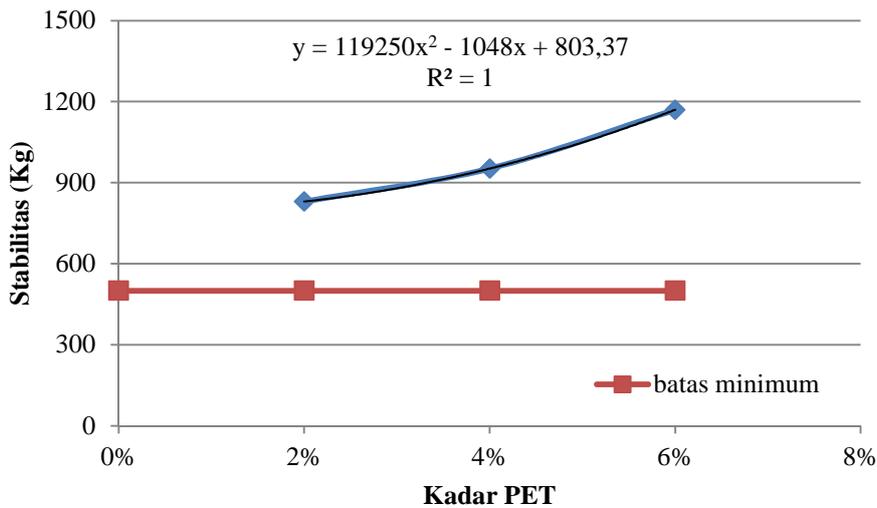
**Tabel 4** Hasil Pengujian Marshall Aspal Pori

No.	Karakteristik Marshall	Spesifikasi*)	Kadar Aspal				
			4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
1	Stabilitas	Min. 500 kg	1230.64	1341.86	1344.41	1277.24	1216.18
2	VIM	18 - 23 %	20.57	19.76	18.67	19.13	18.59
3	FLOW	Min. 2-6 mm	4.90	4.50	4.3	4.7	5.00
4	MQ	Maks 400 kg	330.01	301.32	316.64	279.25	261.26

Dari Tabel 4 dapat dilihat hasil pengujian Marshall aspal pori yang dilakukan, nilai stabilitas, VIM, *flow*, dan MQ pada aspal pori sudah memenuhi persyaratan spesifikasi AAPA 2004 pada setiap kadar tersebut. Sehingga nilai KAO dari beberapa jenis kadar aspal ada diantara 4% s/d 6% yakni nilai KAO 5%.

*D. Stabilitas aspal pori dengan PET*

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, ataupun bleeding. Stabilitas ini tergantung pada gesekan antar batuan dan kohesi. Gesekan internal tergantung dari tekstur permukaan agregat, kepadatan campuran, dan jumlah aspal. Nilai satabilitas untuk semua campuran dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Hubungan kadar PET dalam campuran aspal pori dengan stabilitas

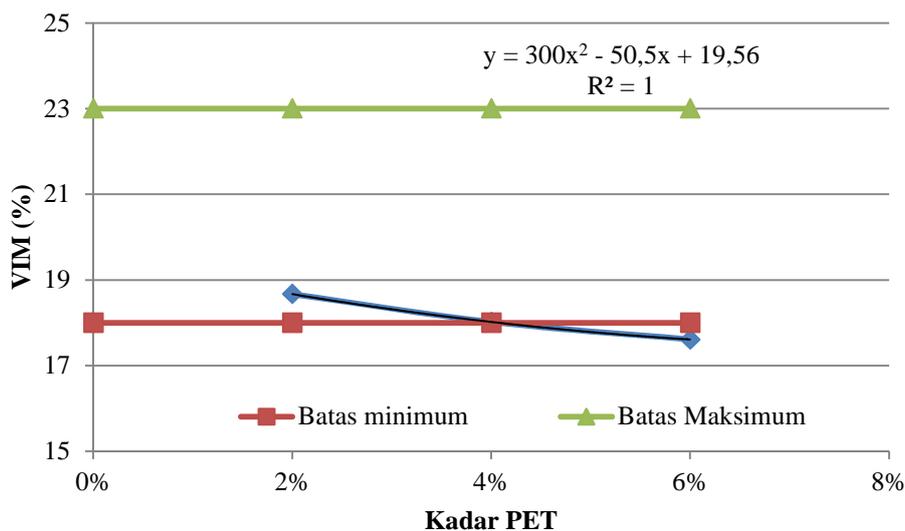
Dari Gambar 3 diketahui bahwa nilai stabilitas semua variasi campuran aspal yang menggunakan aditif memenuhi spesifikasi atau lebih besar dari 500 kg. Semakin besar penambahan kadar aditif pada campuran dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran. Nilai stabilitas terbesar ada pada campuran aspal dengan aditif 6% yaitu sebesar 1169,7 Kg.

Menurut Anita R dan Rama R, 2013, peningkatan nilai stabilitas terjadi karena sebagian aditif mengalami kelelahan pada saat pencampuran, sehingga ikatan antar

agregatnya menjadi semakin kuat hal ini mengakibatkan campuran mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

*E. Void in the mix (VIM) aspal pori dengan PET*

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam satu campuran aspal. Nilai VIM berpengaruh terhadap nilai dari durabilitas, semakin besar nilai VIM menunjukkan campuran bersifat keropos (porous).



**Gambar 4** Hubungan kadar PET dalam campuran aspal pori dengan VIM

Dari Gambar 4 diketahui bahwa pada campuran dengan jumlah aditif 2% dan 4%

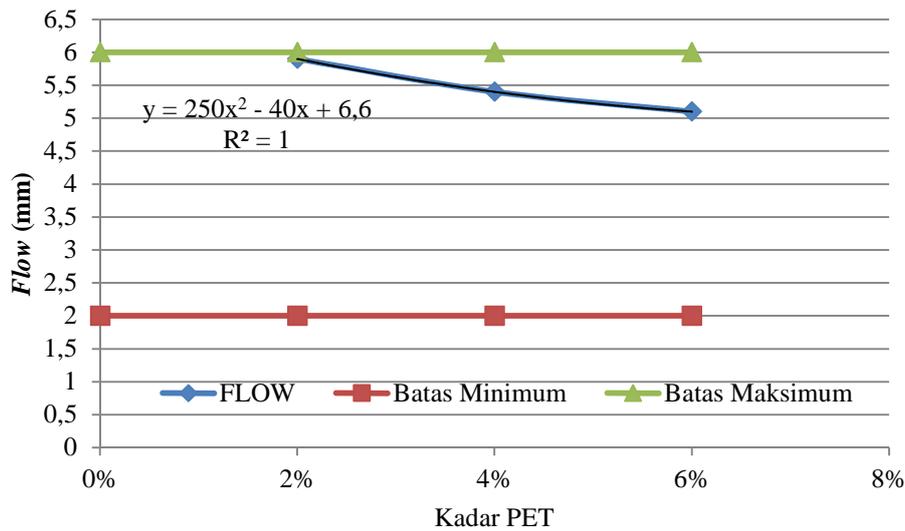
memenuhi spesifikasi nilai VIM, sedangkan pada jumlah aditif 6% belum memenuhi

spesifikasi atau lebih kecil dari batas minimum yaitu sebesar 17,61%. Seiring dengan peningkatan jumlah PET, nilai VIM campuran aspal pori mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar PET yang digunakan maka akan semakin kental campuran aspal plastik saat dipanaskan. Sehingga menyebabkan sulitnya

campuran aspal tersebut masuk ke rongga dalam campuran [6].

*F. Flow aspal pori dengan PET*

Flow merupakan parameter yang menjadi indikator terhadap kelenturan atau perubahan bentuk plastis campuran beraspal yang diakibatkan oleh beban.

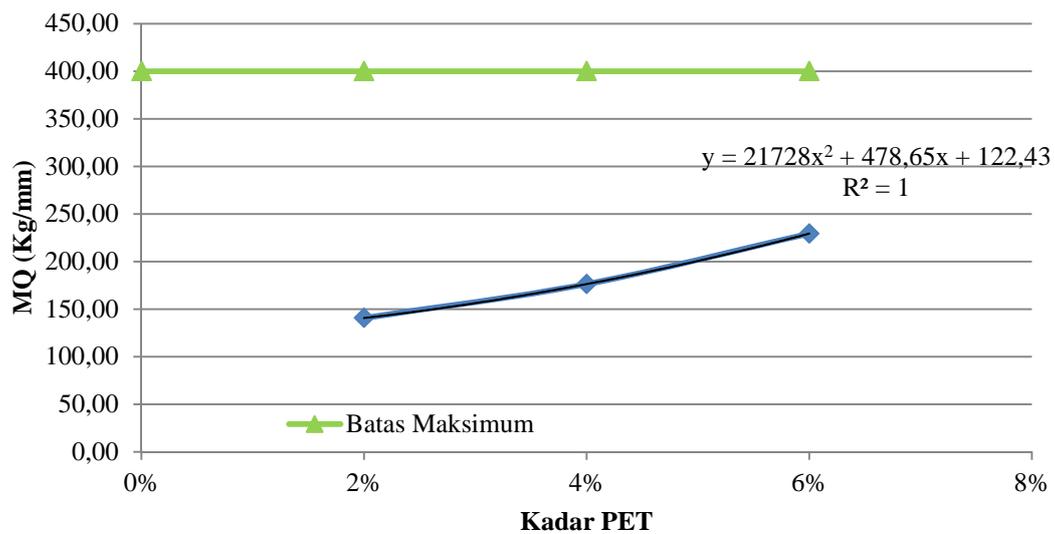


**Gambar 5** Hubungan kadar PET dalam campuran aspal pori dengan Flow

Dari Gambar 5 diketahui bahwa semua variasi campuran aspal dengan PET, nilai flow atau kelelehannya masih memenuhi spesifikasi yaitu antara 2 – 6 mm. Nilai flow terendah ada pada campuran dengan kadar PET 2% yaitu sebesar 5,9 mm dan nilai flow tertinggi ada pada campuran dengan kadar PET tertinggi yaitu sebesar 5,1 mm. Atau dengan kata lain seiring dengan pertambahan kadar PET maka menyebabkan nilai flow akan semakin berkurang, sehingga campuran yang dihasilkan menjadi lebih kaku atau getas. Akibatnya campuran mempunyai sifat yang mudah retak apabila terkena beban lalu lintas yang tinggi dan berat [7].

*G. MQ aspal pori dengan PET*

Nilai marshall Quotient merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dan nilai kelelahan, yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Nilai MQ merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibel suatu campuran. Campuran dengan nilai MQ rendah, menunjukkan campuran bersifat fleksibel, namun mempunyai kecenderungan mudah mengalami deformasi yang besar pada saat menerima beban. Hal sebaliknya jika nilai MQ terlalu tinggi [5]. Nilai MQ untuk pengujian campuran aspal dengan aditif PET ini dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6** Hubungan kadar PET dalam campuran aspal pori dengan MQ

Dari Gambar 6 diketahui semua variasi campuran aspal pori dengan PET mempunyai nilai MQ yang memenuhi spesifikasi atau lebih kecil dari 400 kg/mm. Nilai MQ yang di peroleh berkisar antara 140,7 kg/mm sampai dengan 229,37 kg/mm.

Dari Gambar 6 juga diketahui Semakin besar persentase penggunaan aditif PET pada campuran aspal pori maka akan meningkatkan kekakuan dari campuran aspal pori. Sehingga campuran aspal pori yang dihasilkan tidak mudah mengalami deformasi akibat beban.

Hal ini juga terjadi pada [5], dimana nilai MQ terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah plastik Polipropilena (PP) dalam campuran Laston.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa seiring dengan penambahan persentase PET dapat memberikan pengaruh pada campuran aspal pori terhadap karakteristik Marshall yaitu untuk nilai VIM dan flow campuran cenderung mengalami penurunan. Sedangkan untuk nilai stabilitas dan MQ cenderung mengalami peningkatan .

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tim *Jurnal Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA)* khususnya ibu Indriyani Puluhulawa yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian paper ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramadhan, Putra R, “Pengaruh penambahan limbah plastik (PET) terhadap karakteristik Marshall dan permeabilitas pada aspal berpori”, *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 01, No.1, Hal.129-135, 2017.
- [2] Affan. M, “Studi peranan rongga terhadap stabilitas dan durabilitas campuran aspal porus akibat penambahan mortar”, *Universitas Syiah Kuala, Magister teknik sipil*, Tesis, 2006.
- [3] Zulkarnain. N, Teddy. S, Yessi. S, “Studi perilaku campuran aspal berpori terhadap proporsi agregat kasar”, *Media Teknik*, No.4, Tahun XXIII, Hal. 26-32, Nov 2001.
- [4] Anonim 2004, *Gradasi Campuran Aspal Pori*, Australian Asphalt Pavement Association (2004). National Asphalt Specification.
- [5] Rahmawati. A, and Rama. R, "Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilena

Sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Laston terhadap Karakteristik Marshall (105M)", Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (Konteks 7), Hal. 81-87, Okt 2013.

- [6] Rahmawati. A, "Pengaruh penggunaan plastik Polyethylene (PE) dan High Density Polyethylene (HDPE) pada campuran laston-WC terhadap karakteristik marshall", Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol.18, No.2, Hal. 147-159, Nov. 2015.
- [7] Wantoro. W, and Kusumaningrum. D, "Pengaruh penambahan plastik bekas tipe Low Density Polyethylene (LDPE) terhadap kinerja campuran beraspal", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, hal. 1-16.