

# PEMBUATAN JOB MIX FORMULA UNTUK PORUS ASPAL DAN EVALUASI CAMPURAN DARI PENERAPAN PADA JALAN LINGKUNGAN

Yahya Abdurrohim<sup>1)</sup>, Ary Setyawan<sup>2)</sup>, Suryoto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2) 3)</sup> Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret  
Jalan Ir Sutami 36A, Surakarta 57126 E-mail : [yahyaadoel@gmail.com](mailto:yahyaadoel@gmail.com)

## ABSTRACT

*As time developed, the green area to absorb water is becoming less, thus porous asphalt technology was developed as the eco-friendly pavement. Porous asphalt consists of identical aggregate, asphalt and filler. To obtain results that can be used in the field, pavement based on laboratory data is necessary. This study aims to investigate the characteristics of Marshall Test, Porosity, and Density of Porous Asphalt in the field and compare it with the test results in the laboratory. This study consisted of aggregates testing, asphalt testing, and coring results in the field testing. The materials used in this study were taken from Progo River. Once the optimum bitumen level was obtained, then the test specimen was made in the laboratory. Based on the optimum bitumen level in the laboratory, job mix formula for field scale was then created. During the implementation, three grinding variations were done to make the pavement solid. Then coring was done and subsequently tested in the laboratory. From the testing in the laboratory, characteristic values of Porous Asphalt Marshall with the fastener SBS E-60 was obtained, they were: the stability of 643.98 kg, the density of 1.7 g/cc, the porosity value of 26.91%, value flow of 2.51 mm, and Marshall Quotient value of 265.07 kg/mm. Meanwhile, the coring testing in the field results as follow: the stability of 199.91 kg, the density of 1.67 g/cc, porosity value of 28.1%, value flow of 3.4 mm, and Marshall Quotient value of 59.64 kg/mm.*

**Keywords:** Porous Asphalt, SBS E-60 Asphalt, Marshall Test, Porosity.

## ABSTRAK

Lahan terbuka hijau sebagai daerah resapan air semakin berkurang karena semakin berkembangnya zaman, maka dikembangkan teknologi Aspal Porus. Komposisi penyusun Aspal porus terdiri dari Agregat seragam, Aspal dan filler. Untuk memperoleh hasil yang dapat digunakan di Lapangan maka perlu diadakan penghamparan berdasarkan data di Lab. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *Marshall Test*, Porositas dan *Densitas* dari Aspal Porus di lapangan dan membandingkannya dengan hasil uji di Laboratorium. Penelitian ini terdiri atas pengujian agregat, pengujian Aspal, pengujian hasil coring di Lapangan. Setelah didapatkan kadar aspal optimum kemudian dibuat benda uji di Laboratorium. Berdasarkan kadar aspal optimum di laboratorium di buat job mix Formula untuk skala Lapangan. Pada saat penghamparan di lapangan dilakukan pemadatan dengan tiga variasi gilasan. Kemudian dilakukan coring dan selanjutnya diuji di laboratorium. Dari Pengujian didapatkan nilai karakteristik *Marshall* Aspal Porus di Laboratorium dengan pengikat SBS E-60, yaitu stabilitas 643,98 kg, nilai densitas 1,7 gram/cc, nilai porositas sebesar 26,91 %, nilai flow sebesar 2,51 mm, dan nilai *Marshall Quotient* sebesar 265,07 kg/mm. Sedangkan pengujian hasil coring di lapangan mempunyai nilai yaitu stabilitas 199,91 kg, nilai densitas 1,67 gram/cc, nilai porositas sebesar 28,1 %, nilai flow sebesar 3,4 mm, dan nilai *Marshall Quotient* sebesar 59,64 kg/mm.

**Kata Kunci:** Aspal Porus, Aspal SBS E-60, *Marshall Test*, Porositas.

## PENDAHULUAN

Aspal porus adalah aspal yang dicampur dengan agregat tertentu yang setelah dipadatkan mempunyai 20% pori-pori udara. Aspal porus umumnya memiliki stabilitas Marshall yang rendah dibandingkan dengan beton aspal yang menggunakan gradasi rapat, stabilitas Marshall meningkat apabila gradasi terbukayang digunakan lebih banyak fraksi halus (Cabrera & Hamzah 1996). Aspal porus adalah jenis perkerasan yang didesain untuk meningkatkan besar koefisien gesek pada permukaan perkerasan. Hingga saat ini penelitian aspal porus sebagai perkerasan jalan telah banyak dilakukan di Indonesia, Kebanyakan penelitian dilakukan di Laboratorium dan belum diaplikasikan di lapangan. Bisa jadi penelitian yang dilakukan di Laboratorium berbeda dengan pelaksanaan di lapangan. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai percobaan di Laboratorium dengan pengaplikasian di lapangan. Hasil penelitian dilaboratorium biasanya menggunakan ukuran ukuran tertentu sehingga untuk dibawa kelapangan diperlukan ukuran yang mudah di terima. Sehingga harus ada kontrol terhadap penelitian di laboratorium dan pelaksanaan di lapangan yang meliputi porositas dan stabilitas marshall.

## LANDASAN TEORI

Campuran aspal porus menggunakan gradasi yang dominan oleh gradasi agregat kasar paling sedikit 85% terhadap berat total campuran, untuk dapat menghasilkan struktur yang lebih terbuka (open), sehingga dapat dialiri air (permeable). Fraksi agregat halus yang ditambahkan hanya untuk mendapatkan rongga agregat kering yang cukup untuk mempertahankan suatu komposisi agregat yang paling stabil. Gradasi yang dipilih adalah gradasi yang menghasilkan suatu komposisi agregat yang paling stabil. Gradasi yang digunakan adalah gradasi yang menghasilkan stabilitas dan permeabilitas tertinggi (Hamzah 1996).

Nilai kadar aspal optimum dari aspal porus menggunakan agregat gravel yaitu 2,95 %. Kadar aspal optimum untuk aspal porus menggunakan agregat kerikil yaitu 4,65 %. Lebih tinggi menggunakan agregat kerikil karena banyak menyerap aspal dengan nilai absorpsi sebesar 3,60%, sedangkan agregat gravel nilai absorpsinya sebesar 3,07%. Nilai porositas campuran aspal porus menggunakan agregat gravel sebesar 26,52%. Aspal porus menggunakan agregat kerikil memiliki nilai porositas sebesar 22,31%. Nilai porositasnya lebih tinggi menggunakan gradasi BVR (Blackwater Valley Route) dari penelitian Agustina (2006) sebesar 30,91 %. Nilai permeabilitas aspal porus menggunakan agregat gravel yaitu vertikal 1,25 cm/dt dan horisontal 0,92 cm/dt, sedangkan yang menggunakan agregat kerikil diperoleh nilai permeabilitas vertikal 1,43 cm/dt dan horisontal 1,10 cm/dt. Nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan gradasi BVR (Blackwater Valley Route) dari penelitian Agustina (2006) yang memiliki nilai permeabilitas vertikal 0,40 cm/dt dan horisontal 0,43 cm/dt. (Sri widhiastuti 2013)

### Material Penyusun Aspal Porus

Material penyusun campuran aspal adalah agregat dan aspal. Berikut material penyusun perkerasan aspal beton:

#### Agregat

Agregat dapat diartikan sebagai batu pecah, pasir, kerikil atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan (Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI – 2.4.26.1989). Agregat mengisi 90-95% berat campuran atau 75-80% volume campuran. Oleh karena itu perlu diperhatikan dengan baik kualitas agregat yang akan dipakai, yaitu dengan memperhatikan sifat-sifat dari agregat tersebut seperti gradasi dan ukuran butir, kebersihan, bentuk dan tekstur permukaan, kekuatan dan porositas. Dibutuhkan pemeriksaan laboratorium mengenai mutu agregat itu sendiri

## Aspal

Aspal adalah material hidrokarbon yang pada temperatur ruang berbentuk padat, dan bersifat termoplastis. Aspal akan mencair jika dipanaskan hingga mencapai temperatur tertentu, dan akan kembali memadat pada saat temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. (Sukirman, 2003). Aspal modifikasi polimer adalah aspal yang sudah ditambahkan dengan polimer alam atau polimer sintesis. Aspal modifikasi polimer (AMP) digunakan untuk menambah daya tahan aspal terhadap perubahan suhu dengan meningkatkan kekakuan *binder*/pengikat pada temperatur tinggi dan mengurangi kekakuan pada temperatur rendah di saat yang bersamaan. (Airey G.D., 2002). Pada penelitian ini Aspal yang digunakan adalah Aspal SBS E-60.

## Filler

*Filler* adalah agregat yang lolos saringan no.200, bersifat non plastis. *Filler* bersifat mendukung agregat kasar bersama dengan agregat halus dan binder. *Filler* sendiri tergantung dari beberapa faktor yaitu ukuran butiran, bentuk butiran dan berat jenis. *Filler* dapat memperluas bidang kontak yang ditimbulkan butiran, sehingga mengakibatkan tahanan terhadap gaya geser bertambah. Hal ini dapat menambah stabilitas campuran aspal porus terhadap geser.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian terdiri atas pengujian aspal (aspal properti) dan pengujian terhadap campuran (*Marshall Test*). Setelah dilakukan uji volumetrik dari benda uji, dilakukan pengujian *Marshall Test*. Hasil dari *Marshall Test* pengujian didapatkan kadar aspal optimum dari campuran aspal yang akan digunakan sebagai kadar aspal untuk pembuatan Job Mix Formula untuk skala lapangan. Dari pengujian *Marshall Test* didapatkan sifat campuran seperti stabilitas, *flow*, kepadatan, dan porositas (VIM). Sedangkan penghamparan aspal porus dilapangan dilakukan tiga variasi pemadatan yaitu 6, 8 dan 10 gilasan. Kemudian dilakukan coring untuk pengambilan sampel untuk masing masing variasi gilasan. Selanjutnya dilakukan *Marshall Test* dan dibandingkan dengan hasil di laboratorium.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal polimer starbit dengan grade E-55. Pemeriksaan aspal dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Tabel 1. Hasil Pengujian SBS E-60

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
1	Daktilitas pada 25°C	Cm	>150
2	Titik Nyala	°C	300
3	Titik Lembek	°C	60
4	Penetrasi pada 25°C	0,1 mm	53,05
5	Berat Jenis Aspal	gr/cc	1,0335

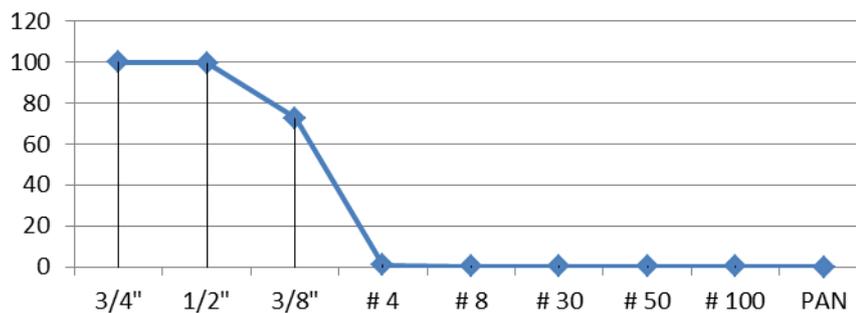
Tabel 2. Data Gradasi Agregat Kerikil

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Kerikil*)	Spesifikasi**)
1	Penyerapan	%	3,600	Maks 3
2	Berat jenis <i>bulk</i>	gr/cc	2,208	Min 2,5
3	Berat jenis SSD	gr/cc	2,287	Min 2,5
4	Berat jenis <i>apparent</i>	gr/cc	2,398	-
5	Abrasi	%	43,96	Maks 40
6	Kelekatan terhadap aspal	%	97	> 95

Dari hasil pemeriksaan diatas agregat yang digunakan tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Tetapi agregat tetap digunakan karena ingin mengetahui karakteristik dari kerikil Sungai Progo.

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Sungai Progo di Bantul. Berikut grafik gradasi yang disajikan pada Gambar 1. Gradasi Agregat

### Gradasi Agregat



Gambar 1. Gradasi Agregat

### Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil penelitian di Laboratorium diperoleh nilai stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient*. Dilakukan test *Marshall* untuk memperoleh nilai stabilitas dan *flow*. Dari pengujian *Marshall* dapat diketahui kadar aspal optimum untuk pembuatan benda uji selanjutnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall berikut ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall

Hasil <i>Marshall</i>	Agregat Kerikil				
	3 %	3,5 %	4 %	4,5 %	5 %
Stabilitas (Kg)	547.71	552.31	640.98	649.31	565.71
Flow (mm)	2.53	2.60	2.63	2.30	2.30
<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	216.52	212.46	249.71	292.38	248.03

- Perhitungan kadar aspal optimum untuk aspal porus :

$$y = -73.354 x^2 + 613.43 x - 652.19$$

$$y' = 0$$

$$2 x - 73.354 x + 613.43 = 0$$

$$x = 4.18 \%$$

### Job Mix Formula

#### 1. Campuran Aspal Porus

Formula Campuran Kerja (Job Mix Formula) merupakan formula yang dipakai sebagai acuan untuk pembuatan campuran. Formula tersebut harus sesuai dan memenuhi persyaratan. Proses pembuatannya telah melalui beberapa tahapan yaitu dari mulai rancangan formula kerja, kemudian uji pencampuran di unit pencampur aspal, uji penghamparan dan pemadatan di lapangan.

##### a) Komposisi Material

Tabel 4. Komposisi Material Campuran Aspal Porus di Lab

Bahan	Berat	Perbandingan	Komposisi Material
	Kebutuhan	Berat	
	(gr)		(By Weight)
	(6)	(7)=(6)/(W1)	(8)=(7)x(100%)
Agregat	1010.02	0,91	91.82%
Aspal	45.98	0.0418	4.18%
Filler	44	0,04	4%
Berat Total (W1)	1100		100%

##### b) Berat Jenis

Agregat : 2.36 (gram/cm<sup>3</sup>)  
 Aspal : 1,0335 (gram/cm<sup>3</sup>)  
 Filler : 2.92 (gram/cm<sup>3</sup>)

##### c) Komposisi dalam Volume

Agregat : Aspal : Filler

$$\frac{91.82}{2.36} : \frac{4.18}{1.0335} : \frac{4}{2.92}$$

$$38.906 : 4.044 : 1.6$$

$$40 : 4 : 2$$

### Hasil Uji Coring

Pengambilan benda uji dilakukan dengan menggunakan mesin coredril. Jumlah benda uji yang diambil sebanyak 9 buah, berikut hasil uji

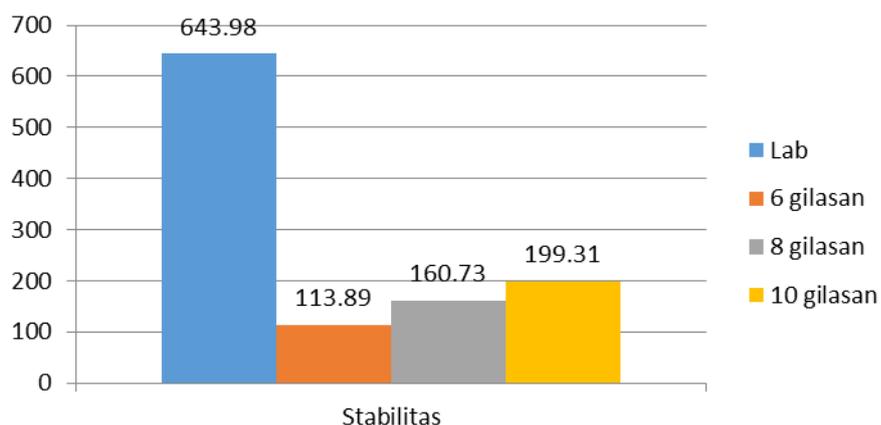
**Tabel 5. Hasil uji Marsahall Lapangan**

Kode Sampel	Kadar Aspal (%)	Berat Kering (gr)	Tebal Rata-rata (mm)	Koreksi Tebal (mm)	Dial (lb)	Flow (mm)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	MQ (kg/mm)
6A	4	834.1	66.66	0.89	9	6	110.104	18.351
6B	4	941.3	77.97	0.54	12	6	121.574	20.262
6C	4	756.2	66.7	0.89	9	4	109.988	27.479
Rata-rata						5.33	113.889	22.037
8A	4	837.1	66.9	0.88	12	4.2	146.033	34.77
8B	4	1031.2	78.3	0.53	22	4	221.659	55.415
8C	4	729.3	61.82	1.04	8	4.5	114.503	24.445
Rata-rata						4.23	160.732	38.543
10A	4	877.3	68.52	0.83	18	3.2	212.024	66.257
10B	4	886.1	66.98	0.88	16	3,0	194.351	64.784
10C	4	1043.6	81.2	0.39	20	4	191.553	47.888
Rata-rata						3.4	199.309	59.643

### Perbandingan Lab dengan Lapangan

#### Perbandingan Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja, tanpa mengalami deformasi permanen. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh penguncian butir partikel dan daya ikat dari lapisan aspal. Perbandingan stabilitas antara campuran aspal porus di lab dan di lapangan dilihat pada Gambar berikut ini

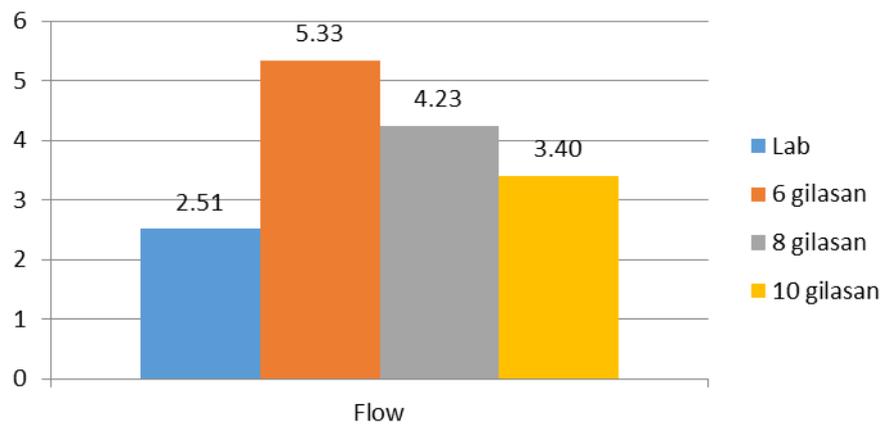


Gambar 2. Perbandingan Stabilitas

Berdasarkan Gambar diatas dengan perbandingan campuran aspal porus skala lab dengan dilapangan didapat nilai stabilitas aspal porus di Lab. sebesar 643.98 kg sedangkan campuran aspal porus skala lapangan 199.31 kg. Campuran aspal porus skala Lapangan lebih rendah karena jumlah variasi pemadatan yang belum tepat.

### Perbandingan Flow

*Flow* merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran akibat suatu beban sampai batas runtuh. Nilai *flow* menunjukkan tingkat kelenturan atau kekakuan campuran. *Flow* yang tinggi menunjukkan tingkat kelenturan yang tinggi, sehingga retakan yang timbul karena pembebanan dapat dihindari. Sebaliknya *flow* yang rendah menunjukkan tingkat kelenturan lapisan rendah dan bersifat getas, sehingga mudah mengalami pecah akibat terjadi pemisahan antar partikel butiran. Perbandingan nilai *flow* campuran aspal porous di lab dan di lapangan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:

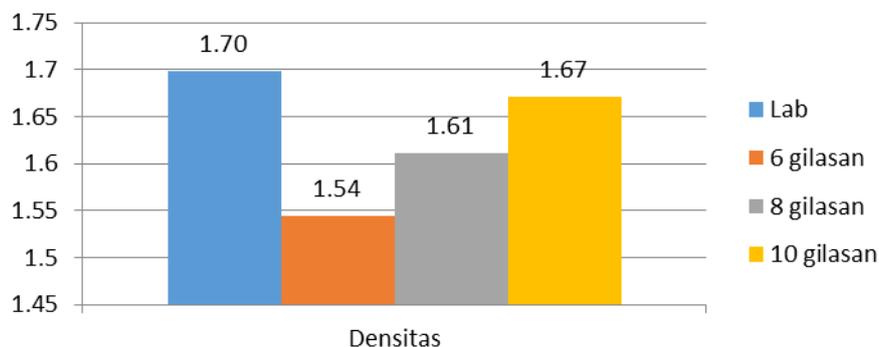


Gambar 3. Perbandingan Flow

Berdasarkan Gambar 3 diatas nilai *flow* aspal porous skala Lab. didapat nilai sebesar 2,51 mm. sedangkan aspal porous skala lapangan didapat nilai sebesar 5.33mm, 4,23mm dan 3,40mm untuk tiga variasi penggilasan. Hal ini disebabkan kadar aspal campuran aspal porous skala Lab. Lebih terkontrol dibandingkan dengan aspal porous skala Lapangan.

### Perbandingan Densitas

Densitas adalah perbandingan antara berat dengan volume berdasarkan. Perbandingan nilai densitas campuran aspal porous di lab dan di lapangan dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini:

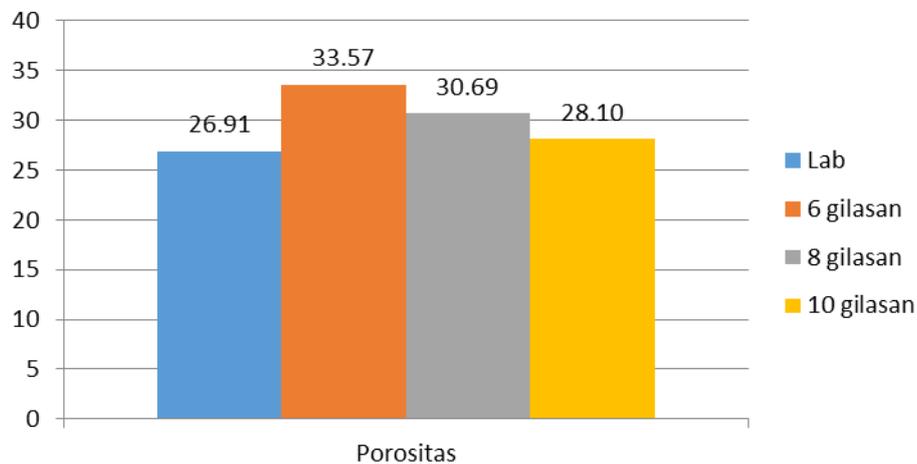


Gambar 4. Perbandingan Densitas

Berdasarkan Gambar didapat nilai *densitas* untuk aspal porus skala Labl sebesar  $1,7 \text{ gr/cm}^3$ , sedangkan aspal porus skala Lapangan sebesar  $1,54 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1,61 \text{ gr/cm}^3$ , dan  $1,67 \text{ gr/cm}^3$ . Hal ini disebabkan jumlah variasi pemadatan semakin banyak jumlah pemadatannya semakin besar nilai densitasnya.

### Perbandingan Porositas

Porositas adalah prosentase pori atau rongga udara yang terdapat dalam suatu campuran dan merupakan indikator utama dalam campuran aspal porus karena pori – pori inilah yang akan menjadi tempat jalannya air. Perbandingan nilai porositas antara percobaan di lab dan hasil di lapangan dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini:



Gambar 5. Perbandingan Porositas

Dari Gambar 6 terlihat bahwa nilai porositas campuran aspal porus skala Lapangan lebih besar yaitu 33,57 %, 30,69 %, dan 28,10 %, untuk 3 variasi gilasan dibandingkan dengan campuran aspal porus skala Lab. yaitu 26,91%. Hal ini disebabkan oleh metode pemadatan di Lab dengan metode pemadatan di Lapangan.

### Simpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Campuran aspal porus dengan aspal polimer starbit E-60 dengan kadar aspal optimum sebesar 4.18% mempunyai karakteristik *Marshall* yaitu, nilai porositas sebesar 26.9%, densitas sebesar  $1,69 \text{ gr/cm}^3$ , stabilitas sebesar 643.98 kg, flow sebesar 2.51 mm, dan *Marshall Quotient* sebesar 265,07 kg/mm.

2. Dari campuran aspal porus bergradasi seragam dengan kadar aspal optimum 4,18 didapat perbandingan campuran dalam skala volum untuk pengahamparan di lapangan yaitu:

Agregat : Aspal : Filler  
40 : 4 : 2

3. Untuk pengaruh nilai Stabilitas, Densitas, dan Porositas terhadap aspal porus dengan variasi gilasan didapat :

a. Variasi gilasan mempengaruhi nilai stabilitas, dengan perbandingan campuran aspal porus skala lab dengan dilapangan didapat nilai stabilitas aspal porus di Lab. sebesar 643.98 kg sedangkan campuran aspal porus skala lapangan 199.31kg untuk 10 gilasan, 160,73kg untuk 8 gilasan dan 113,89kg untuk 6 gilasan. Campuran aspal porus skala Lapangan lebih rendah karena jumlah variasi pemadatan yang belum tepat..

b. Nilai *densitas* untuk aspal porus skala Labl sebesar 1,7 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan aspal porus skala Lapangan sebesar 1,54 gr/cm<sup>3</sup> untuk 6 gilasan 1,61 gr/cm<sup>3</sup> untuk 8 gilasan dan 1,67 gr/cm<sup>3</sup> untuk 10 gilasan. Hal ini disebabkan jumlah variasi pemadatan semakin banyak jumlah pematatannya semakin besar nilai densitasnya.

c. Nilai porositas campuran aspal porus skala Lapangan lebih besar yaitu 33,57 % untuk 6 gilasan, 30,69 % untuk 8 gilasan, dan 28.10 % untuk 10gilasan. Dibandingkan dengan campuran aspal porus skala Lab. yaitu 26.91%. Hal ini disebabkan oleh metode pemadatan di Lab dengan metode pemadatan di Lapangan.

4. Campuran aspal porus dengan menggunakan aspal polimer starbit E-60 pada penelitian ini tidak memenuhi spesifikasi sebagai perkerasan untuk badan jalan karena pada pengujian skala Lapangan memiliki nilai stabilitas yang rendah yaitu dibawah 500 kg, sehingga aspal porus dalam penelitian ini hanya dapat digunakan sebagai bahan konstruksi jalan dengan pembebanan rendah.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Ary Setyawan, M.Sc.(Eng), Ph.D. dan Ir. Suryoto, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

#### REFERENSI

Diana, I Wayan. 2000. *Sifat-sifat Teknik dan Permeabilitas pada Porus*. Simposium III FSTPT UGM. Yogyakarta.

- Hardiman. 2004. *Application of Packing Theory on Grading Design for Porous Asphalt Mixtures*. Journal of Civil Engineering Dimension. University Sains Malaysia. Vol 6 No. 2. Sept.
- Hardiman. 2005. *The Improvement of Water Drainage Function and Abrasion Loss of Conventional Porous Asphalt*. University Sains Malaysia. Kuala Lumpur.
- Sarwono D., dan A.K. Wardhani. 2007. *Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt*, Jurnal penelitian Media Teknik Sipil, Juli 2007/131. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Setyawan, A. 2005, “*Design and Properties of Hot Mixture Porous Asphalt for Semi Flexible Pavement Application*”, Jurnal penelitian Media Teknik Sipil, Edisi Juli 2005, Surakarta.
- Rizkianto, Tito. 2015. *Pengaruh Pengisian Rongga pada Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Polimer Starbit E-55 terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik*, Jurnal penelitian Media Teknik Sipil, Juni 2015/479. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Widhiastuti, Sri. 2013. *Desain Aspal Porus Menggunakan Gravel Bergradasi Seragam yang Ramah Lingkungan*, Jurnal penelitian Media Teknik Sipil, Juli 2013/192. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.