

# OBSERVASI PROPERTIES ASPAL PORUS BERBAGAI GRADASI DENGAN MATERIAL LOKAL

**Ary Setyawan**

Laboratorium Jalan, Jurusan Teknik Sipil UNS. Jln Ir. Sutami 36A Surakarta. Telp: 0271 634524.

Email : [cenase@yahoo.com](mailto:cenase@yahoo.com)

**Sanusi**

Laboratorium Jalan, Jurusan Teknik Sipil UNS. Jln Ir. Sutami 36A Surakarta. Telp: 0271 634524

Email : [sanusi\\_uns@yahoo.com](mailto:sanusi_uns@yahoo.com)

## **Abstract**

*For safety reason, porous asphalt has been developed in many countries to avoid aquaplaning, so that the road surface could provide sufficient skid resistance for the vehicles to avoid accidents. This paper evaluates the use of aggregate gradations applied in several countries such as; United Kingdom, Switzerland, Japan and Indonesia for porous asphalt production using local materials available around Surakarta. The experimental method was applied for this research including Marshall stability and flow to determine the optimum bitumen content, followed by the cantabrian and unconfined compressive strength at the optimum bitumen content. The results show that Japanese gradation is the best gradation could be applied for local materials around Surakarta, meanwhile Indonesian gradation is the worst in Marshall stability and resistance to segregation.*

## **Keywords:**

*Cantabrian Test, gradasi, porous asphalt, Unconfined Compressive Test*

## **PENDAHULUAN**

Campuran aspal porus merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur, yang membolehkan air meresap ke dalam lapisan atas (*wearing course*) secara vertikal dan horizontal. Lapisan ini menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) yang dihamparkan diatas lapisan aspal yang kedap air. Lapisan aspal porus ini secara efektif dapat memberikan tingkat keselamatan yang lebih, terutama di waktu hujan agar tidak terjadi aquaplaning sehingga menghasilkan kekesatan permukaan yang lebih kasar, dan dapat mengurangi kebisingan (*noise reduction*).

Sifat-sifat aspal porus ditentukan oleh gradasi agregat, disamping juga tergantung dari sifat-sifat bahan pembentuk aspal porus itu sendiri. Pemilihan gradasi merupakan proses yang tidak mudah dalam menentukan sifat-sifat aspal porus yang diinginkan, hampir setiap lembaga penelitian di berbagai negara mempunyai gradasi agregat yang spesifik berdasarkan resep yang tersedia, dan gradasi tersebut tidak selalu cocok (*compatible*) jika digunakan dengan material dan metode produksi yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan gradasi agregat yang telah dibuat beberapa negara seperti Inggris (Richardson, 2002), Jepang (Takahashi & Manfred, 1999), Switzerland

(Poulikakos, 2003), dan Indonesia (Yamin, 2001), dalam memproduksi aspal porus dengan material dari Surakarta. Kemudian ditetapkan jenis gradasi agregat yang memberikan nilai terbaik atas dasar observasi terhadap nilai Marshall Properties, Unconfined Compressive test dan Cantabrian test.

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat menahan dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Aspal porus adalah aspal yang dicampur dengan agregat tertentu yang setelah dipadatkan mempunyai 20 % pori-pori udara. Aspal porus umumnya memiliki nilai stabilitas Marshall yang lebih rendah dari beton aspal yang menggunakan gradasi rapat, stabilitas Marshall akan meningkat bila gradasi terbuka yang digunakan lebih banyak fraksi halus (Cabrera & Hamzah, 1996). Aspal porus adalah jenis perkerasan jalan yang didesain untuk meningkatkan besar koefisien gesek pada permukaan perkerasan.

## **METODE**

Metode eksperimental digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium. Aspal porus diproduksi dengan

menggunakan jenis agregat dan bitumen yang sama, namun dengan jenis gradasi yang berbeda. Pada masing-masing jenis gradasi itu selanjutnya dilakukan observasi terhadap nilai karakteristik untuk dapat ditetapkan nilai optimum bitumen contentnya. Selanjutnya dengan nilai optimum ini, dapat dilakukan observasi lain untuk mengetahui nilai stabilitas Marshall, kuat desak (UCT) dan nilai uji keausan (Cantabrian Test). Berdasarkan nilai-nilai terbaik dari ketiga propertis tersebut kemudian digunakan untuk menetapkan jenis gradasi terbaik dengan menggunakan material lokal

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dari Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta mengetahui sifat dan kualitas dari masing-masing bahan penyusun agregat. Rangkuman hasil pemeriksaan agregat disajikan pada Tabel 1, 2, 3.

Tabel.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Syarat*	Hasil**
Keausan dengan mesin Los Angeles	< 40 %	33.65 %
Kelekatan terhadap aspal	> 95 %	100%
Penyerapan agregat terhadap air	< 3 %	2.66 %
Berat jenis semu	>2.5gr/cc	2.72gr/cc

Sumber: \* Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, \*\*Penelitian di Lab. Jalan Raya FT UNS.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Syarat*	Hasil**
Peresapan agregat terhadap air	< 3 %	2.05%
Berat jenis semu	>2.5gr/cc	2.58gr/cc

Sumber: \* Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, \*\*Penelitian di Lab. Jalan Raya FT UNS.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Aspal

Jenis Pemeriksaan	Syarat*		Hasil**
	Min	Max	
Penetrasi 100 gr, 25 <sup>o</sup> C, 5 detik	60	79	70.6
Titik Lembek	48 <sup>o</sup> C	58 <sup>o</sup> C	52 <sup>o</sup> C
Titik Nyala	200 <sup>o</sup> C	-	282.5 <sup>o</sup> C
Titik Bakar	200 <sup>o</sup> C	-	317 <sup>o</sup> C
Daktilitas, 25 <sup>o</sup> C, 5 cm/menit	100 cm	-	>150 cm
Berat Jenis	1 gr/cc	-	1.0226

Sumber: \* Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, \*\*Penelitian di Lab. Jalan Raya FT UNS.

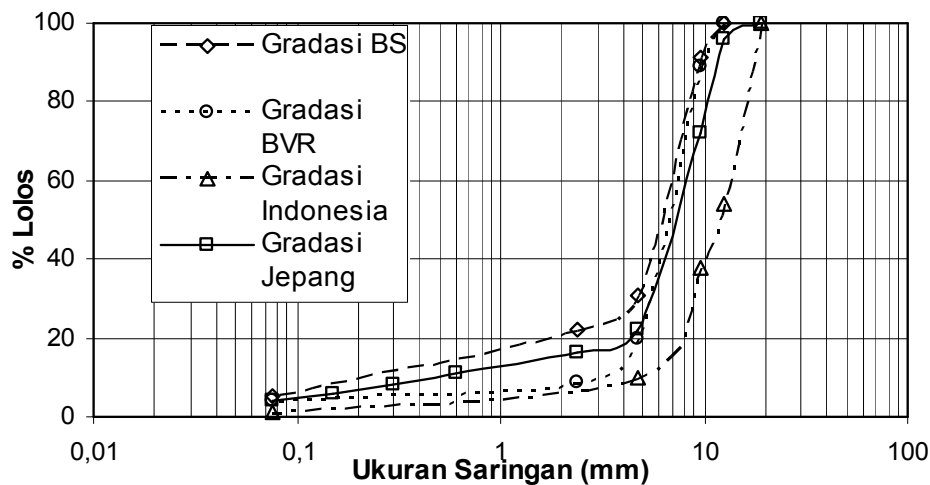
### Analisis Hasil Penelitian

Penggunaan gradasi agregat untuk campuran Aspal Porus harus sesuai dengan batas-batas dari gradasi yang digunakan, yaitu tidak boleh melebihi dari batas atas dan batas bawah dari sebuah gradasi. Dari analisis gradasi pada penelitian ini diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Gradasi Aspal Porus

Saringan (mm)	% Lolos			
	BS	BVR	INA	JPN
19,5	100	100	100	100
12,5	100	100	54	96
9,5	91		38	72
4,75	31	20	10	22
2,36	22	9	-	16
0,6	-	-	-	11
0,3	-	-	-	8
0,15	-	-	-	6
0,075	5	4	1	4

Gambar gradasi aspal porus disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Gradasi aspal porus

### Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil pengujian Marshall dan Volumetrik pada setiap gradasi dapat dibuat grafik hubungan antara stabilitas, flow, Marshall Quotient, porositas, dan densitas dengan kadar aspal sebesar 3 %, 3.5 %, 4 %, 4.5 %, 5 % seperti disajikan pada Table 5. Dari hasil data tersebut diperoleh kadar aspal optimum untuk gradasi *British Standard* (BS) : 4.5 %, gradasi *Blackwater Valley Route* (BVR) : 4.5 % (Silaen, 2005) , Gradasi Indonesia : 4 % , dan Gradasi Jepang : 4.5 %. Dengan diperolehnya kadar aspal optimum tersebut kemudian dibuat 3 buah benda uji untuk masing-masing gradasi aspal porus pilihan untuk pengujian *unconfined compressive test* (uji kuat desak) dan *Cantabrian test* (uji abrasi).

Hasil pengujian Marshall pada kadar aspal optimum disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7. Dari aplikasi empat gradasi dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan memperbesar nilai densitas campuran aspal porus. Hal ini mengakibatkan berkurangnya nilai porositas pada campuran aspal porus.

Nilai densitas pada kadar aspal optimum dari tiap-tiap jenis gradasi, yaitu :

- Pada gradasi *British Standard* (BS) diperoleh nilai densitas 1,82 gr/cm<sup>3</sup>.
- Pada gradasi *Blackwater Valley Route* (BVR) diperoleh nilai densitas 1,71 gr/cm<sup>3</sup>.
- Pada gradasi Indonesia diperoleh nilai densitas 1,72 gr/cm<sup>3</sup>.
- Pada gradasi Jepang diperoleh nilai densitas 1,85 gr/cm<sup>3</sup>.

Nilai porositas pada kadar aspal optimum tiap jenis gradasi adalah sebagai berikut:

- Pada gradasi *British Standard* (BS) diperoleh nilai porositas 28,01 %.
- Pada gradasi *Blackwater Valley Route* (BVR) diperoleh nilai porositas 32,27 %.
- Pada Gradasi Indonesia diperoleh nilai porositas 32,56 %.
- Pada Gradasi Jepang diperoleh, nilai porositas 26,21 %.

Tabel 5. Karakter aspal porus dengan 4 macam gradasi dalam lima variasi kadar aspal

	Gradasi	Kadar Aspal (%)				
		3	3.5	4	4.5	5
<b>Densitas (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	BS*	1.75	1.82	1.83	1.82	1.83
	BVR*	1.66	1.7	1.71	1.71	1.71
	INA	1.69	1.70	1.72	1.71	1.70
	JPN	1.81	1.81	1.84	1.85	1.87
<b>Porositas (%)</b>	BS*	32.5	29	28.17	28.01	26.98
	BVR*	35.6	32.88	32.88	32.27	31.94
	INA	34.9	33.83	32.56	32.61	31.38
	JPN	29.4	28.79	27.31	26.21	23.78
<b>Stabilitas (kg)</b>	BS*	124.5	253.16	261.67	309.2	287.03
	BVR*	86.74	212.6	263.87	267.7	210.06
	INA	164.62	232.29	255.23	243.9	227.17
	JPN	241.63	308.12	359.75	427.6	416.37
<b>Flow (mm)</b>	BS*	2.1	2.27	2.3	2.4	2.33
	BVR*	1.87	2.17	2.2	2.17	1.9
	INA	1.93	2	2.2	2.30	2.47
	JPN	2.3	2.13	2.23	2.4	2.6
<b>Marshall Quotient (kg/mm)</b>	BS*	59.4	111.97	113.82	129.1	123.37
	BVR*	45.72	99.48	116.63	119.1	110.72
	INA	85.14	116.27	116.16	106.2	92.16
	JPN	105.32	144.39	161.17	180.0	160.25

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum

Kode Sampel	Dial (lb)	Kalibrasi (kg)	Koreksi Tebal	Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient MQ (kg/mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
JPN 1	33	453,14	0,91	412,35	2,5	164,94
JPN 2	35	480,59	0,9266	445,30	2,1	212,05
JPN 3	34	466,87	0,9119	425,73	2,6	163,74
<b>Rata-rata</b>				<b>427,79</b>	<b>2,4</b>	<b>180,24</b>
INA 1	22	302,09	0,8244	249,04	2,1	118,59
INA 2	22	302,09	0,8436	254,84	2,2	115,84
INA 3	23	315,82	0,8306	262,32	2,3	114,05
<b>Rata-rata</b>				<b>255,40</b>	<b>2,2</b>	<b>116,16</b>
BS 7*	33	453,14	0,93	421,42	2,4	175,59
BS 8*	30	411,94	0,85	350,15	2,3	152,24
BS 9*	30	411,94	0,89	366,63	2,5	146,65
<b>Rata-rata</b>				<b>379,39</b>	<b>2,4</b>	<b>158,16</b>
BVR 7*	25	343,28	0,83	284,93	1,6	178,08
BVR 8*	20	274,63	0,82	225,19	1,7	132,47
BVR 9*	24	329,55	0,83	273,53	1,3	210,41
<b>Rata-rata</b>				<b>261,22</b>	<b>1,53</b>	<b>173,65</b>

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Volumetrik pada kadar aspal optimum

Kode Sampel	Kadar Aspal	Tebal Sampel	Berat Diu- dara	Specific Gravity	Density	Porosity
	%	H (cm)	Ma (gr)	SG (gr/cm <sup>3</sup> )	D (gr/cm <sup>3</sup> )	P (%)
JPN 4	4,5	6,75	990	2,51	1,81	27,67
JPN 5	4,5	6,51	986,7	2,51	1,88	25,19
JPN 6	4,5	6,63	985	2,51	1,84	26,71
<b>Rata-rata</b>					<b>1,84</b>	<b>26,52</b>
INA 4	4	7,15	980,3	2,56	1,69	33,61
INA 5	4	7,29	983,4	2,56	1,67	34,66
INA 6	4	7,34	985,6	2,56	1,66	35,02
<b>Rata-rata</b>					<b>1,68</b>	<b>34,43</b>
BS 4*	4,5	6,54	974	2,53	1,84	27,06
BS 5*	4,5	6,5	985	2,53	1,88	25,78
BS 6*	4,5	6,98	999,5	2,53	1,77	29,87
<b>Rata-rata</b>					<b>1,83</b>	<b>27,57</b>
BVR 4*	4,5	7,33	981,25	2,53	1,66	34,43
BVR 5*	4,5	6,91	980	2,53	1,76	30,54
BVR 6*	4,5	7,13	979,5	2,53	1,70	32,71
					<b>1,70</b>	<b>32,56</b>

### Unconfined Compressive Test

Untuk hasil *unconfined compressive test* selengkapnya disajikan pada Tabel 8.

Dari Tabel 7 dan Tabel 8 diketahui bahwa makin tinggi nilai kuat desak maka makin tinggi densitasnya, demikian pula sebaliknya. Kondisi ini disebabkan karena lapisan yang mempunyai kepadatan yang tinggi lebih mampu menahan beban yang diterimanya, termasuk tekanan secara vertikal.

Semakin tinggi porositas (VIM) maka makin rendah kuat desak yang dimiliki suatu lapisan. Kondisi ini terjadi karena lapisan yang mempunyai porositas yang tinggi membuat rongga yang ada didalam lapisan tinggi, padahal adanya rongga membuat *interlock aggregate* berkurang, dengan sendirinya kemampuan untuk menampung beban desak menjadi rendah.

Dari penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat desak dari yang tertinggi sampai yang terendah secara berurutan yaitu: pada Gradasi Jepang

3201,48 kPa; pada gradasi BS 2970,78 kPa; pada Gradasi Indonesia 2181,99 kPa; pada gradasi BVR 1671,57 kPa.

Tabel 8. Hasil *Unconfined Compressive Test*

Kode sampel	Gaya desak p (kg)	Kuat Desak F (kPa)
JPN 4	2190	2659,13
JPN 5	3140	3812,63
JPN 6	2580	3132,67
<b>Rata-rata</b>		<b>3201,48</b>
INA 4	1869,89	2270,45
INA 5	1797,04	2181,99
INA 6	1724,18	2093,53
<b>Rata-rata</b>		<b>2181,99</b>
BS 4	2460	2986,97
BS 5	2740	3326,95
BS 6	2140	2598,42
<b>Rata-rata</b>		<b>2970,78</b>
BVR 4	1150	1396,35
BVR 5	1500	1821,32
BVR 6	1480	1797,04
<b>Rata-Rata</b>		<b>1671.57</b>

### Hasil *Cantabrian Test*

Hasil *Cantabrian test* untuk masing-masing gradasi yang diwakili oleh 3 buah benda uji disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil *Cantabrian Test*

Kode sampel	Berat awal	Berat akhir	Kehil. berat	Keausan AL(%)
	mi (kg)	mf (kg)		
JPN 7	985	319,42	665,58	67,57
JPN 8	987,5	325	662,5	67,09
JPN 9	987,4	339,78	647,62	65,59
<b>Rata-rata: 66,75</b>				
INA 7	978,5	36,6	941,9	96,26
INA 8	976	40	936	95,90
INA 9	977,3	34,4	942,9	96,48
<b>Rata-rata: 96,21</b>				
BS 1*	981	421,09	559,91	57,08
BS 2*	980	169,79	810,21	82,67
BS 3*	973,5	434,54	538,96	56,36
<b>Rata-rata: 56,22</b>				
BVR 1*	986	317,63	668,37	67,79
BVR 2*	992,5	449,11	543,39	54,75
BVR 3*	982,1	286,86	695,24	70,79
<b>Rata-rata: 64,44</b>				

Dengan membandingkan Tabel 9 dan Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa semakin besar densitas yang dimiliki suatu lapisan maka makin kecil nilai abrasi

(keausannya). Semakin besar porositas maka nilai keausannya makin besar, karena dengan rongga udara yang besar dari suatu lapisan menyebabkan adanya ruang antar agregat yang tidak terisi dan itu menyebabkan kekuatan penguncian antar agregat (*interlock aggregate*) menjadi kecil sehingga menyebabkan agregat mudah terlepas.

Dari penelitian ini diketahui bahwa hasil *Cantabrian Test* dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu : pada gradasi BS 56.22 %; gradasi BVR 64.44 % Silaen, 2005) ; pada Gradasi Jepang 66.75 %; pada Gradasi Indonesia 96.21 %.

### SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas dari yang tertinggi sampai yang terendah secara berurutan yaitu : pada gradasi Jepang 427,79 kg; pada gradasi BS 379,39 kg; pada gradasi BVR 261,22kg; pada gradasi Indonesia 255,4 kg. Nilai kuat desak dari yang tertinggi sampai yang terendah secara berurutan yaitu: pada gradasi Jepang 3201,48 kPa; pada gradasi BS 2970,78 kPa; pada gradasi Indonesia 2181,99 kPa; pada gradasi BVR 1671,57 kPa. Hasil *Cantabrian Test* dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu : pada gradasi BS 56,22 %; gradasi BVR 64,44 %; pada gradasi Jepang 66,75 %; pada gradasi Indonesia 96,21 %.

Dari pengamatan terhadap nilai-nilai stabilitas (pada Marshall Test), kuat desak (pada Unconfined Compressive Test) dan nilai aus (Pada Cantabrian Test), dapat disimpulkan bahwa gradasi Jepang adalah gradasi terbaik dibandingkan dengan penggunaan gradasi-gradasi lainnya, mengingat bisa memberikan nilai tertinggi untuk uji stabilitas dan kuat desak, meskipun ketahanan terhadap ausnya sedikit lebih rendah.

### REFERENSI

- Anonim, (1976), "Manual Pemeriksaan Bahan No.01/ Mn/BM/1976". Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga
- Cabrera, J.G. & Hamzah, M.O. (1994), "Aggregate Grading Design For Porous Asphalt". In Cabrera, J.G. & Dixon, J.R. (eds), "Performance and Durability of Bituminous Materials", *Proceeding of Symposium*, University of Leeds, March 1994, London.
- Poulidakos, L.D.,(2003), "A Comparison of Swiss and Japanese Porous Asphalt Through Various Mechanical Tests", Swiss : Swiss Transport Research Conference.
- Richardson, J.T.G, (2002), "Low-noise Surfacing. In Performance of Bituminous and Hydraulic Materials in Pavements", Zoorob, Collop & Brown (eds) 2002 Swets & Zeitlinger, Lisse, ISBN 90 5809 375 1

Silaen, C. R. T., (2005), "Perencanaan Porous Asphalt Campuran Panas Menggunakan Material Lokal", Skripsi JTS-FTUNS, Surakarta

Takahashi, Shigekhi & Partl, Manfred, (1999), "Improvement of Mix Design For Porous Asphalt",

EMPA Uberlandstrasse 129 CH-8600 Dubendorf, Switzerland.

Yamin, M, (2001), "Modifikasi Marshall Dalam Perencanaan Campuran Porus Aspal Untuk Cement Treated Asphalt Mixture (CTAM)", Bali : *Prosiding Simposium ke-4 FSTPT*.