

PENENTUAN KARAKTERISTIK ASPAL PORUS MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR BATU PECAH PARENGAN TUBAN DENGAN METODE UJI MARSHALL

DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF PORUS ASPHALT USING CORRECT AGGREGATE OF PARENGAN TUBAN SHAPED STONE WITH THE MARSHALL TEST METHOD

Erik Dwi Setiawan¹, Alfia Nur Rahmawati², Soegyarto²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sain dan Teknik, Universitas Bojonegoro

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sain dan Teknik, Universitas Bojonegoro

ABSTRAK

Aspal porus merupakan teknologi perkerasan jalan dengan beberapa kelebihan seperti mengurangi *aquaplaning* dan meredam kebisingan. Aspal porus saat ini sedang terus dikembangkan oleh beberapa negara, tak terkecuali di Indonesia. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui kinerja perkerasan campuran aspal porus menggunakan agregat kasar batu pecah Parengan dan dengan aspal penetrasi 60/70. Analisis kinerja fungsi kekuatan campuran aspal porus dilakukan dengan Marshall test dengan melihat hasil pengujian parameter seperti Stabilitas, VMA, VFB, VIM, kelelahan (*flow*) dan MQ (*Marshall quotient*). Untuk analisis resapan campuran aspal porus dilakukan dengan metode *Falling Head Permeability* (FHP), dimana air di dalam tabung jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal berpori menggunakan rentang kadar aspal varisai rencana antara lain 4%, 5%, 6% dan 7%. Hasil penelitian didapatkan Stabilitas aspal porus dari empat variasi kadar aspal rata-rata yaitu 248,3 Kg. Untuk nilai rata-rata VIM pada empat variasi kadar aspal yaitu 10,78%. Nilai rata-rata flow pada empat variasi kadar aspal 1,31 mm. Untuk nilai rata-rata VMA pada empat variasi kadar aspal yaitu 19,33%. Nilai rata-rata VFB pada empat variasi kadar aspal yaitu 44,3 gr/cc. Dan nilai Marshall Quetient 237,43 Kg/mm. Hasil penelitian permeabilitas aspal porus pada empat variasi kadar aspal yaitu 0,366 cm/s.

Kata Kunci : Aspal Porus, Karakteristik, Marshall, permeabilitas

Abstract

Porous asphalt is a road pavement technology with several advantages such as reducing aquaplaning and reducing noise. Porous asphalt is currently being developed by several countries, including Indonesia. In general, this study aims to determine the performance of a porous asphalt mixture pavement using coarse aggregate of Parengan crushed stone and with 60/70 penetration asphalt. Performance analysis of the strength function of the porous asphalt mixture was carried out using the Marshall test by looking at the results of testing parameters such as stability, VMA, VFB, VIM, flow and MQ (Marshall quotient). For the absorption analysis of the porous asphalt mixture, the Falling Head Permeability (FHP) method is carried out, where the water in the tube falls freely with a certain height until it passes through the cavity in the porous asphalt mixture using the design variation of asphalt content, including 4%, 5%, 6% and 7%. The results showed that the porous asphalt stability of the four variations of the average asphalt content was 248.3 Kg. For the average value of VIM on the four variations of asphalt content is 10.78%. The average value of flow in the four variations of asphalt content is 1.31 mm. For the average value of VMA on the four variations of asphalt content is 19.33%. The average value of VFB in the four variations of asphalt content is 44.3 gr/cc. And the Marshall

Quetient value is 237.43 Kg/mm. The results of the research on the permeability of porous asphalt in four variations of asphalt content are 0.366 cm/s.

Keywords: Porous Asphalt, Characteristics, Marshall, permeability

1. Pendahuluan

Aspal porus merupakan salah satu inovasi untuk meningkatkan resapan air hujan menuju saluran drainase untuk mengurangi adanya genangan di atas jalan. Fungsi aspal porus biasanya di gunakan pada jalan kecil dan fasilitas parkir kendaraan ringan. Dikutip dari Sofyan (2014) yang di sebutkan pada *Australian Asphalt Pavement Association / AAPA*, (2004) aspal porus harus diposisikan pada lapisan permukaan jalan sebagai lapisan yang bersifat non struktural dan diatas lapisan pondasi yang kedap air (*Asphalt Treated Base*).

Aspal porus juga salah satu alternatif untuk meningkatkan keselamatan di jalan dan dapat mengurangi kebisingan (*noise*). Aspal porus dibuat untuk mendapatkan kadar rongga yang lebih besar untuk meneruskan aliran air kesaluran drainase samping dan lapisan dasar yang kedap air untuk mencegah air meresap ke badan jalan. Sehingga genangan air yang berada di atas jalan dapat diatasi. Kondisi ini bisa terjadi karena gradasi yang digunakan merupakan (*open graded*) gradasi terbuka yang mempunyai fraksi agregat kasar 85%-95% dari berat total campuran sehingga hasil strukturnya memiliki rongga antar butir yang lebih tinggi dan memiliki permeabilitas yang tinggi juga. Aspal porus juga dapat digunakan sebagai anti slip sehingga mampu mengurangi angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi.

Porositas yang cukup tinggi pada aspal porus akan berdampak pada umur aspal porus sendiri. Sehingga umur pelayanan aspal porus sendiri lebih singkat daripada kontruksi perkerasan konvensional. Ini dikarenakan porositas yang tinggi sehingga stabilitasnya kecil (Takahashi dkk, 1999). Dalam penelitian ini menggunakan pengikat aspal penetrasi 60/70 yang kebanyakan sering digunakan di Indonesia. Aspal dengan penetrasi 60/70 sesuai bila digunakan di Indonesia karena memiliki iklim dan cuaca yang panas serta volume lalu lintas yang sedang dan tinggi.

Dalam pengerjaan Aspal Porus, aspal merupakan faktor utama dalam pembuatan pekerjaan perkerasan lentur. Agregat dengan volume terbesar turut berperan dalam kekuatan perkerasan lentur. Untuk mencapai umur yang di rencanakan maka diperlukan mutu dan kualitas material yang memenuhi syarat. Maka tingkat ketahanan dan keawetan konstruksi jalan akan lebih baik. Pada penelitian ini memanfaatkan material dari batu pecah sebagai agregat kasar penyusun perkerasan lentur. Batu pecah yang akan di gunakan dalam penelitian ini berasal dari Kec. Parengan.

Sejauh ini karena terbatasnya pengalaman penelitian mengenai pembuatan aspal porus menggunakan agregat kasar batu pecah pada daerah parengan tuban. Maka dari itu penelitian mengenai sifat-sifat aspal porus ini perlu dilakukan.

2.Kajian Pustaka

2.1 Aspal Porus

Aspal *porus* merupakan campuran beraspal yang memiliki banyak rongga-rongga udara sehingga memungkinkan untuk mengalirkan air secara vertikal maupun horizontal melalui rongga-rongga udara yang ada. Rongga-rongga udara yang terbentuk dalam campuran aspal *porus* sengaja direncanakan dengan penggunaan agregat bergradasi terbuka dan didominasi dengan agregat kasar sebanyak 80%-95%, sehingga dengan dominasi ukuran agregat yang relatif sama maka akan ada bagian rongga yang tidak terisi oleh agregat dan aspal sehingga akan membentuk rongga-rongga udara yang saling berkesinambungan. Rongga udara inilah yang akan membuat campuran aspal *porus* dapat bersifat *porus* atau mengalirkan air. Adapun porositas untuk campuran aspal *porus* berkisar antara 18%-25%.

Menurut Sanusi dan Setyawan (2008), 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 diwaktu hujan agar tidak terjadi *aquaplaning* sehingga menghasilkan kekesatan permukaan yang lebih kasar, dan dapat mengurangi kebisingan *noise reduction*.

2.2 Spesifikasi Aspal Porus Dengan Metode Marshall

Pengujian kinerja aspal padat dilakukan melalui pengujian Marshall, yang dikembangkan pertama kali oleh Bruce Marshall dan dilanjutkan oleh U.S. Corps Engineer. Kinerja aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi:

1. Penentuan berat volume benda uji
2. Pengujian nilai stabilitas, adalah kemampuan maksimum beton aspal menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis.
3. Pengujian kelelahan (*flow*), adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat, akibat adanya beban sampai batas keruntuhan.
4. Perhitungan kofisien marshall, adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan flow.
5. Perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal padat (VIM, VMA dan VFB).

Berdasarkan data diatas ketentuan spesifikasi aspal porus adalah sebagai berikut :

Tabel. 1 Ketentuan Spesifikasi Aspal Porus

No.	Spesifikasi Ashpalt Porus	Nilai
1	Koefisien Permeabilitas (cm/s)	0,1 - 0,5
2	Kadar Rongga di Dalam Campuran (VIM%)	18 - 25
3	Void In Mineal Agregate (VMA%)	-
4	Void Filled with Bitumen(VFB%)	-
5	Stabilitas Marshall (Kg)	min. 500
6	Kelelehan Marshal/Flow (mm)	2 - 6
7	Marshall Question (Kg/mm)	Min. 250
8	Jumlah Tumbukan Perbidang	75

Sumber (AAPA,2004)

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental, agar dapat menentukan apakah batu pecah parengan bisa sebagai bahan aspal porus.

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini semua data yang digunakan adalah data primer yang merupakan hasil uji dari laboratorium. Mulai dari hasil uji agregat samapai data dari hasil uji marshal.

3.2 Teknik Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif yaitu metode dengan menggunakan perhitungan secara matematis dengan Uji Marshall mengacu pada SNI 06-2489-1991. Dengan standart gradasi *Australian Asphalt Pavement Assosiation* (AAPA) dengan 24 benda uji dengan variasi aspal 4%-7%.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Gradasi Agregat Halus

Pengujian gradasi agregat halus dilakukan untuk mengetahui nilai analisis saringan yang akan di gunakan untuk pembuatan gradasi gabungan sehingga dapat di gunakan dalam pembuatan benda uji. Uji agregat halus menggunakan 2 sampel, dengan tujuan untuk mencari nilai rata-rata agregat halus. Adapun hasil pengujian gradasi agregat halus dengan mengacu pada SNI 03-1968-1990 dapat dilihat pada tabel 2 sebagai mana berikut.

Tabel 2. Hasil uji ayakan agregat halus

UKURAN AYAKAN		SAMPEL – 1				SAMPEL – 2				AVERAGE
		Berat tertinggal (gr)	komulatif tertahan (gr)	komulatif tertahan %	lolos (gr) %	Berat tertinggal (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan %	Lolos (gr) %	
(mm)	No.									
19,1	3/4"	0	0	0	100	0	0	0	100	100
13,2	1/2"	0	0	0	100	0	0	0	100	100
9,60	3/8"	0	0	0	100	0	0	0	100	100
6,7	1/4"	0	0	0	100	0	0	0	0	100
4,80	4	6	6	0.24	99.76	10	10	0.4	99.6	99.68
2,40	8	30	36	1.44	98.56	34	44	1.76	98.24	98.4
1,20	16	43	79	3.16	96.84	69	113	4.52	95.48	96.16
0,60	30	1917	1996	79.84	20.16	1682	1795	71.8	28.2	24.18
0,30	50	293	2289	91.56	8.44	453	2248	89.92	10.08	9.26
0,15	100	77	2366	94.64	5.36	111	2359	94.36	5.64	5.5
0,075	200	121	2487	99.48	0.52	128	2487	99.48	0.52	0.52
PAN	PAN	13	2500	100	0	13	2500	100	0	0
JUMLAH		2500				2500				

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2022)

4.2. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang berasal dari parengan dilakukan pengujian analisis saringan dengan acuan SNI 03-1968-1990. Analisis saringan pada agregat kasar batu pecah Parengan Tuban dengan ukuran 0,5 dilakukan 2 kali pada ukuran saringan 3/4 “ dan 1/2 “ agregat tertinggal 0 gr. Pada analisis 1 ukuran saringan 3/8 “ berat tertinggal 14 gr, 1/4 “ tertinggal 892 gr, 4 “ tertinggal 1251 gr, 8 “ tertinggal 176 gr dan di Pan tertinggal 167 gr. Pada analisis 2 ukuran saringan 3/8 “ berat tertinggal 11 gr, 1/4 “ tertinggal 890 gr, 4 “ tertinggal 1253 gr, 8 “ tertinggal 170 gr dan di Pan tertinggal 176 gr. Begitu juga ukuran 1 : 2 dapat dilihat pada tabel. Tabel 4.2 Hasil uji ayakan agregat kasar ukuran 0,5

Tabel 3. Hasil uji ayakan agregat kasar

UKURAN AYAKAN		SAMPEL – 1				SAMPEL – 2				AVERAGE
		Berat tertinggal (gr)	komulatif tertahan (gr)	komulatif tertahan %	lolos (gr) %	Berat tertinggal (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan %	Lolos (gr) %	
(mm)	No.									
19,1	3/4"	0	0	0	100	0	0	0	100	100
13,2	1/2"	0	0	0	100	0	0	0	100	100
9,60	3/8"	14	14	0.56	99.44	11	11	0.44	99.56	99.5
6,7	1/4"	892	906	36.24	63.76	890	901	36.04	63.96	63.86
4,80	4	1251	2157	86.28	13.72	1253	2154	86.16	13.84	13.78

UKURAN AYAKAN		SAMPEL – 1				SAMPEL – 2				AVER AGE
		Berat tertinggal (gr)	kumulatif tertahan (gr)	kumulatif tertahan %	lolos (gr) %	Berat tertinggal (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan %	Lolos (gr) %	
(mm)	No.									
2,40	8	176	2333	93.32	6.68	170	2324	92.96	7.04	6.86
PAN		167	2500	100	0	176	2500	100	0	0
JUMLAH		2500				2500				

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

Tabel 4. Hasil uji ayakan agregat kasar ukuran 1 : 2

UKURAN AYAKAN		SAMPEL – 1				SAMPEL – 2				AVER AGE
		Berat tertinggal (gr)	kumulatif tertahan (gr)	kumulatif tertahan %	lolos (gr) %	Berat tertinggal (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan %	Lolos (gr) %	
(mm)	No.									
19,1	3/4"	0	0	0	100	0	0	0	100	100
13,2	1/2"	485	485	19.4	80.6	487	487	19.48	80.52	80.56
9,60	3/8"	1344	1829	73.16	26.84	1340	1827	73.08	26.92	26.88
6,7	1/4"	301	2130	85.2	14.8	305	2132	85.28	14.72	14.76
4,80	4	230	2360	94.4	5.6	232	2364	94.56	5.44	5.52
2,40	8	115	2475	99	1	113	2477	99.08	0.92	0.96
PAN		25	2500	100	0	23	2500	100	0	0
JUMLAH		2500				2500				

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

4.3. Pengujian Filler

Pengujian filler semen Portland ini dilakukan dengan spesifikasi SNI 03-1968-1990. Dengan hasil pengujian sebagai berikut

Tabel 5. Hasil uji ayakan filler

UKURAN AYAKAN		SAMPEL – 1				SAMPEL – 2				AVER AGE
		Berat tertinggal (gr)	kumulatif tertahan (gr)	kumulatif tertahan %	lolos (gr) %	Berat tertinggal (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan %	Lolos (gr) %	
(mm)	No.									
0,30	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,15	100	0	0	0	100	0	0	0	100	100
0,075	200	4	4	0.8	99.2	3	3	0.6	99.4	99.3
PAN		496	500	100	0	497	500	100	0	0
JUMLAH		500				500				

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

4.4 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat

Agregat kasar yang berasal dari parengan dan pamotan di lakukan pengujian berat jenis dan penyerapan dengan mengacu pada SNI 03-1969-1990, sedangkan agregat halus yang berasal dari sungai bengawan solo yaitu daerah Gelagahsari, dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan dengan mengacu pada SNI 03-1970-1990. Berikut adalah hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat.

Tabel 6. Berat Jenis Agregat

No.	Agregat	Jenis Pengujian	Persyaratan		Hasil	Satuan
			Min.	Maks.		
1.	Agregat kasar Size 0,5	Berat jenis <i>bulk</i>	2,5	-	2,50	gr/cc
		Berat jenis SSD	2,5	-	2,56	gr/cc
		Berat jenis semu	2,5	-	2,55	gr/cc
		Penyerapan	-	3	2,43	%
2.	Agregat kasar Size 1 : 2	Berat jenis <i>bulk</i>	2,5	-	2,51	gr/cc
		Berat jenis SSD	2,5	-	2,56	gr/cc
		Berat jenis semu	2,5	-	2,64	gr/cc
		Penyerapan	-	3	1,94	%
3.	Agregat Halus	Berat jenis <i>bulk</i>	2,5	-	2,61	gr/cc
		Berat jenis SSD	2,5	-	2,69	gr/cc
		Berat jenis semu	2,5	-	2,83	gr/cc
		Penyerapan	-	3	2,88	%

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

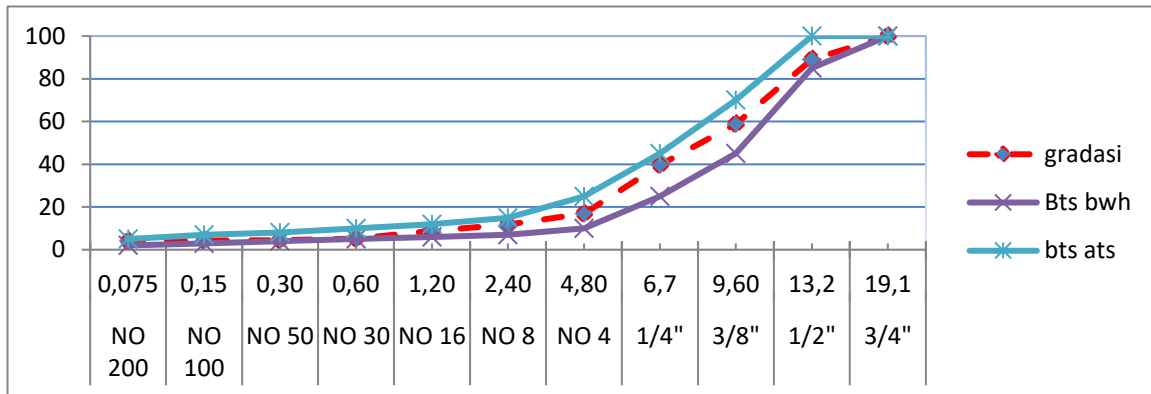
4.5 Gradasi Gabungan

Pada perencanaan gradasi agregat gabungan dilakukan berdasarkan hasil pengujian dari agregat yang akan digunakan untuk campuran dengan spesifikasi AAPA, 2004.

Tabel 7. Gradasi Gabungan Aspal Porus

SIEVE SIZE		HOT BIN I	HOT BIN II	HOT BIN III	FILLER	jumlah	Spesifikasi	
							BB	BA
3/4"	19,1	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	100
1/2"	13,2	80.56	100.00	100.00	100.00	89.11	85	100
3/8"	9,60	26.88	99.50	100.00	100.00	58.87	45	70
1/4"	6,7	14.76	63.86	100.00	100.00	39.61	25	45
NO 4	4,80	5.52	13.78	99.68	100.00	16.89	10	25
NO 8	2,40	0.96	6.68	98.40	100.00	11.79	7	15
NO 16	1,20	0.00	0.00	96.16	100.00	8.80	6	12
NO 30	0,60	0.00	0.00	24.18	100.00	5.20	5	10
NO 50	0,30	0.00	0.00	9.26	100.00	4.46	4	8
NO 100	0,15	0.00	0.00	5.50	100.00	4.27	3	7
NO 200	0,075	0.00	0.00	0.52	99.30	3.99	2	5

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)



(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

Gambar 1. Gradasi Agregat gabungan

4.6 Job Mix Formula

Pada penelitian ini digunakan metode trial and error yang mengacu pada persyaratan Bina Marga 2018 dan AAPA, 2004. Berikut adalah hasil Job mix formula :

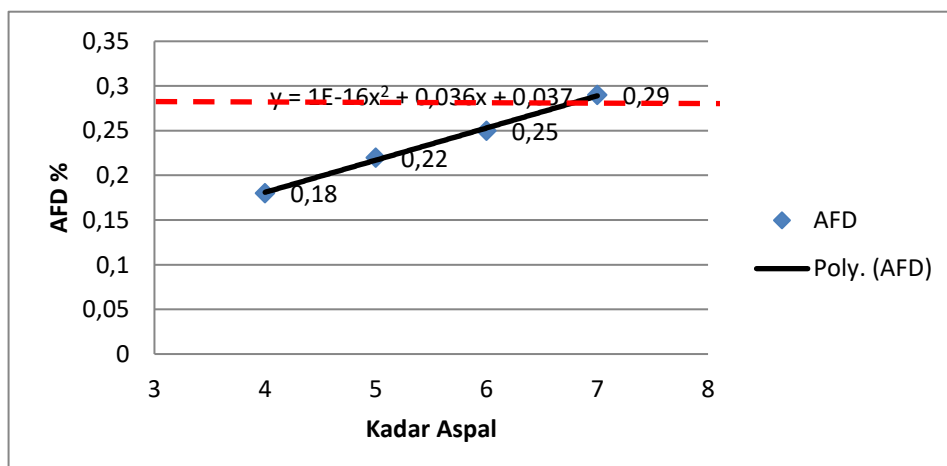
Tabel 8. Job Mix Formula

No.	Kadar Aspal	Agregat				Kapasitas
		Hot Bin I	Hot Bin II	Hot Bin III	Filler	
1	49.2	661.25	413.28	59.04	47.23	1230
2	61.5	654.36	408.97	59.04	46.74	1230
3	73.8	647.47	413.28	57.81	46.25	1230
4	86.1	640.58	413.28	57.2	45.76	1230

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

4.7. Aspal Flow Down

Besarnya *asphalt flow down* dapat dihitung dengan persamaan : $AFD = [(m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)] \times 100$



Gambar 2. Grafik Asphalt Flow Down

Dari Gambar 2 nilai AFD tertinggi untuk aspal dengan agregat kasar Parengan berada pada kadar aspal 7% dengan nilai 0,29% sedangkan terendah dengan kadar aspal 4% dengan nilai 0,18%

4.8 Pengukuran Dimensi Dan Berat Benda Uji

Pengujian benda uji bertujuan untuk mencari tinggi dan diameter benda uji dari tiga sisi permukaan dan menimbang berat benda uji baik itu berat di udara, berat dalam air, dan berat SSD, sehingga dapat di gunakan untuk menghitung hasil marshall

Tabel 9. Pengukuran Dimensi Benda Uji Aspal Porus

PRES ENTA SE ASPA L	KOD E BEN DA UJI	TINGGI			DIAMETER			RATA-RATA		TOTAL	
		sisi 1	sisi 2	sisi 3	sisi 1	sisi 2	sisi 3	Ting gi	Dmt	ting gi	dm t
AP 4%	AP1	79.8	77.1	77.9	103.7	102.4	104.7	78.2	103.6	77.22	102.90
	AP2	77.2	77.9	75.6	102.4	102.5	102.1	76.9	102.3		
	AP3	76.8	76.1	74.8	102.2	102.2	102.2	75.9	102.2		
	AP4	76.7	77.0	76.9	102	102.2	102.2	76.9	102.1		
	AP5	75.8	76.6	76.1	102.6	102.8	103.0	76.2	102.8		
	AP6	78.9	79.8	78.3	103.6	104.7	103.1	79.0	104.1		
AP 5%	AP1	75.5	76.1	76.4	101.9	102.1	102.7	76.0	102.2	76.47	102.52
	AP2	75.7	76.5	77.4	103.0	102.8	103.5	76.5	103.6		
	AP3	77.7	76.9	78.1	102.4	102.1	102.8	77.6	102.4		
	AP4	75.1	75.6	72.4	102.1	101.9	102.2	74.4	102.1		
	AP5	77.9	76.0	75.7	102.5	102.4	102.1	76.5	102.3		
	AP6	78.1	78.0	76.7	102.1	103.0	102.9	77.6	102.7		
AP 6%	AP1	76.5	75.4	75.6	103.3	103.3	103.5	75.8	103.4	76.40	103.43
	AP2	74.3	72.5	74.5	102.3	102.3	102.2	73.8	102.3		
	AP3	77.2	79.3	77.5	102.7	102.7	103.8	78.0	103.1		
	AP4	77.0	76.5	77.5	102.3	102.3	102.4	77.0	102.4		
	AP5	77.0	76.3	76.6	106.9	106.9	102.5	76.6	105.4		
	AP6	77.5	76.9	76.2	103.9	103.6	103.9	76.9	103.7		
AP 7%	AP1	77.5	76.1	76.3	102.0	102.8	102.2	76.6	102.3	75.86	102.81
	AP2	75.6	76.8	74.3	102.3	102.3	102.3	75.6	102.3		
	AP3	76.7	77.8	76.2	102.9	103.3	103.3	76.9	103.1		
	AP4	75.9	73.4	74.6	103.0	102.7	102.7	74.6	102.8		
	AP5	74.5	74.5	74.0	103.6	103.8	103.8	74.3	103.7		
	AP6	76.7	75.8	77.9	102.4	102.3	102.3	76.8	102.3		

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

Tabel 10. Data Berat Benda Uji

PRESENT ASE ASPAL	KODE BENDA UJI	BERAT KERING	BERAT SSD	BERAT DLM AIR	RATA-RATA		
					KERING	SSD	DLM AIR
AP 4%	AP1	1183	1212	671	1180.66	1206.17	670.83
	AP2	1201	1231	678			
	AP3	1174	1200	670			
	AP4	1167	1178	667			
	AP5	1180	1202	664			
	AP6	1179	1214	675			
AP 5%	AP1	1198	1219	669	1204.17	1225.83	670.50
	AP2	1211	1230	671			
	AP3	1191	1217	673			
	AP4	1176	1203	666			
	AP5	1228	1248	673			
	AP6	1221	1238	671			
AP 6%	AP1	1228	1240	664	1219.83	1234.50	657.50
	AP2	1206	1220	657			
	AP3	1224	1242	659			
	AP4	1209	1231	658			
	AP5	1236	1240	652			
	AP6	1216	1234	655			
AP 7%	AP1	1207	1222	650	1209.33	1223.33	652.83
	AP2	1194	1211	646			
	AP3	1201	1219	649			
	AP4	1224	1235	665			
	AP5	1205	1218	650			
	AP6	1225	1235	657			

(Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Unigoro,2020)

4.9 Pengujian Marshall

4.9.1 Kepadatan (Density)

Nilai density tertinggi untuk aspal dengan agregat kasar Parengan berada pada kadar aspal 4% dengan nilai 2,21 gr/cc sedangkan terendah dengan kadar aspal 6% dengan nilai 2,11 gr/cc.

4.9.2. VIM (Void In Mix)

Nilai VIM tertinggi dengan kadar campuran aspal 6% sebesar 11.4%, nilai VIM terendah dengan kadar campuran limbah 4% dengan nilai 10,1% .

4.9.3. VMA (Void In Mineral Agregate)

Nilai VMA tertinggi dengan kadar campuran aspal 6% sebesar 21,5%, nilai VMA terendah dengan kadar campuran aspal 4% dengan nilai 16,3%

4.9.4. VFB (*Void Filled With Bitumen*)

Nilai VFB tertinggi dengan kadar campuran aspal 7% sebesar 47,50%, nilai VFB terendah dengan kadar campuran aspal 4% sebesar 38,50%

4.9.5. Pelelehan (*flow*)

Nilai *flow* tertinggi dengan kadar campuran aspal 4% sebesar 1,71 mm dan nilai *flow* terendah dengan kadar campuran aspal 5% sebesar 0,91 mm. Berdasarkan Spesifikasi AAPA ,2004, nilai persyaratan *flow* adalah 2-6 mm.

4.9.6. Stabilitas

Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada benda uji dengan kadar campuran aspal 7% dengan nilai 423,41 kg, nilai stabilitas terendah berada pada benda uji dengan kadar campuran aspal 4% dengan nilai 187,24 kg.

4.9.7. Marshall quantity

Nilai MQ tertinggi dengan kadar campuran aspal 7% sebesar 358,82 kg/mm, nilai MQ terendah dengan kadar campuran limbah plastik 4% sebesar 109,50 kg/mm.

4.9.8. Pengujian Koefisien Permeabilitas

Nilai rata-rata dari pengujian permeabilitas adalah 0,366. Dang angka tersebut masih bisa di kategorikan aspal porus.

5. Kesimpulan

Hasil pengujian Marshall test ada lah sebagai berikut :

- Berdasarkan teori agregat bergradasi senggang memberikan rongga dalam campuran (VIM) yang sedang maka menghasilkan nilai stabilitas yang sedang. Dibuktikan dengan hasil pada kadar aspal 7% memiliki nilai VIM yang sedang 11,2% sehingga nilai stabilitas yang dihasilkan tidak begitu tinggi yaitu sebesar 423,41 Kg, Nilai VIM dari empat variasi kadar aspal memiliki rata-rata 10,78%
- Nilai Flow yang rendah mengindikasikan campuran tidak bersifat plastis dan belum mampu mengikuti deformasi akibat beban. Dari hasil pengujian didapatkan pada kadar 4% nilai Flow diketahui paling tinggi yaitu sebesar 1.71mm. Nilai Flow dari empat variasi kadar aspal memiliki rata-rata 1,30mm.
- Kenaikan dan penurunan nilai MQ dipengaruhi oleh hasil bagi antara stabilitas dan flow, mengindikasikan pendekatan kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran aspal. Pada

kadar 7% menghasilkan nilai MQ tertinggi sebesar 358.82 Kg/mm. Nilai MQ dari empat variasi kadar aspal memiliki rata-rata 237,43 Kg/mm

- Stabilitas merupakan kemampuan maksimum aspal menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Pada kadar aspal 7% menghasilkan nilai Stabilitas tertinggi sebesar 423,41 Kg. Nilai Stabilitas dari empat variasi kadar aspal memiliki rata-rata 248,3 Kg.
- Nilai Permeabilitas rata-rata aspal porus sebesar 0,366 cm/s dan memenuhi standar spesifikasi aspal porus yaitu antara 0,1 – 0,5 cm/s.

Dari Hasil diatas didapatkan bahwa Aspal Porus dengan menggunakan agregat kasar batu pecah parengan Tuban belum mampu mencapai standart spesifikasi yang ditentukan AAPA, 2004

6.Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan bisa menggunakan bahan tambah atau bahan substitusi sebagai bahan campuran aspal porus sehingga bisa memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

7.Daftar Pustaka

- AAPA, Australia Asphalt Pavement Association, (1997). *Open Graded Asphalt Design Guide*, Australia.
- Australia Asphalt Pavement Association (AAPA), (2004). *National Asphalt Specification*.
- Australian Asphalt pavement Association (AAPA). *Road Engineering Association of Australian Joint with Jabatan Kerja Raya Malaysia*
- Diana. I W., Siswosubroto. B. I, Karsaman. R. B. (2009). Sifat-sifat Teknik dan permeabilitas pada aspal porus. Symposium III FSTPT, ISBN No. 979-96241-0-X.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018*
- Djumari, S. D (2009). *Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal dengan Metode Pemampatan Kering*. Media Teknik Sipil. Vol XI. 9-14.
- Hamirhan Saodang (2005). *Perancangan Perkerasan Jalan Raya*, Nova: Bandung.
- Hardimana, (2008). *Tinjauan Aspal Porus Dwilapis Permukaan Jalan yang Ramah dengan Lingkungan Perkotaan*. ISBN. No 978-979. 140-145
- Jauhari, S. N; (2013), Karakteristik Marshall test Pada Lapisan Perkerasan Aspal Berongga menggunakan Batu Karang dan Buton Natural Asphalt, Makasar : *Sripsi Teknik Sipil Universitas Hasanudin*.

- Nurchahya,A. (2013), Analisis Kinerja Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Pen 60/70 Dan Aspal Modifikasi Polimer Evaloy. *Program Magister Sistem Teknik dan Jalan Raya Institut Teknologi Bandung*
- Sanusi, S. A(2008). *Observasi Properties Porus Berbagai Gradasi dengan Material local. Media Teknik Sipil.* 15-20.
- Sofyan, M. S(2014), Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Subtitusi Styrofoam Pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil Vol 21*
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 03-1737-1989, Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 06-2489-1991, Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall. Jakarta.
- Sukirman,S. (1999), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova: Bandung.
- Sukirman,S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit: Jakarta
- Takahashi, K.,1999. Body Temperature correlates with functional outcome and the lesion size of cerebral infarction. *Acta Neurol Scan*, Volume 100, pp. 385-390.
- Tenriajeng, A.T.,2002. *Seri Diktat Kuliah, Rekayasa Jalan Raya-2*. Gunadarma. Jakarta. 207 hlm.