

Kinerja Campuran Aspal Porus yang Dimodifikasi dengan Lateks

(Asphalt Porous Mixture Performance Modified with Latex)

ANITA RAHMAWATI, RIDWAN NUR HIDAYAT

ABSTRAK

Aspal merupakan bahan yang digunakan sebagai perekat pada perkerasan lentur. Pada umumnya perkerasan lentur melimpaskan air hujan hanya dipermukaan perkerasan saja, akibatnya sering terjadi genangan yang membahayakan pengendara yang melintas. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menggunakan teknologi aspal porus. Aspal porus merupakan perkerasan aspal dengan rongga be rkisar 11%-28% sehingga bisa mencegah genangan air saat terjadi hujan. Penelitian ini mengkaji pengaruh lateks sebagai bahan pengganti sebagian aspal pada perkerasan aspal porus dengan variasi kadar lateks 0%, 1%, 3%, 5% dan 7%. Spesifikasi yang digunakan adalah spesifikasi AAPA (1997). Nilai KAO didapat sebesar 5,75%, pada pengujian aspal dengan campuran lateks didapat nilai penetrasi tertinggi adalah 63,9, kehilangan berat minyak 0,2576, nilai daktilitas, titik lembek mengalami kenaikan seiring penambahan kadar lateks. Pada pengujian aspal porus dengan variasi kadar lateks diapat nilai *density* dan VFA mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar lateks, nilai VMA, flow dan VIM cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar lateks, nilai stabilitas marshall tertinggi 592,04 kg, nilai *Marshall Quotient* 132,76 kg/mm, nilai *Asphalt Flow Down* 0,21% dan nilai *Cantabro Loss* adalah 14,61%.

Kata kunci: Asphalt porous, lateks, karakteristik Marshall.

ABSTRACT

Asphalt is a material used as an adhesive on flexible pavements. In general, flexible pavements run off rainwater only on the pavement surface, resulting in frequent puddles that endanger passing motorists. One alternative to overcome this problem is to use porous asphalt technology. Porous asphalt is an asphalt pavement with void ratio from 11% - 28% so that it can prevent stagnant water when it rains. This study examines the effect of latex as a partial substitute for asphalt on porous asphalt pavements with latex content variations of 0%, 1%, 3%, 5% and 7%. The specifications used are the AAPA (1997) specifications. OAC value was obtained at 5.75%, in testing the asphalt with a mixture of latex, the highest penetration value was 63.9, oil weight loss was 0.2576, the ductility value, the softening point increased with the addition of latex content. In testing porous asphalt with variations in latex content, the value of density and VFA decreased with increasing levels of latex, VMA, flow and VIM values tended to increase with increasing latex content, the highest marshall stability value was 592.04 kg, the marshall quotient value was 132.76 kg/mm, the asphalt flow down value was 0.21% and the cantabro loss value was 14.61%.

Keywords: Asphalt porous, latex, Marshall characteristics.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis basah dan intensitas hujan yang tinggi. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap ketahanan perkerasan jalan di Indonesia karena dengan semakin meningkatnya volume kendaraan tiap tahunnya dan dengan curah hujan yang tinggi peluang kerusakan perkerasan jalan akan semakin besar.

Teknologi aspal porus dinilai dapat mengatasi permasalahan di atas, hal ini karena air akan meresap ke dalam lapisan pondasi atas secara vertikal dan horizontal. Aspal porus merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur, sifat porus diperoleh karena campuran ini menggunakan agregat halus lebih sedikit dibanding campuran biasa sehingga memiliki kandungan rongga/pori lebih besar yang diharapkan memiliki kekesatan yang tinggi dan pori dapat berfungsi sebagai saluran drainase di dalam campuran (Amiruddin dkk., 2018). 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*). Perkerasan aspal porus memiliki dua fungsi, yaitu sebagai praktek pengelolaan limpasan air hujan dan untuk mendukung beban lalu lintas (Padilha dkk., 2018). Namun penggunaan agregat halus yang lebih sedikit mengakibatkan menurunnya kemampuan bahan pengikat untuk mempertahankan posisi agregat, maka dibutuhkan aspal dengan daya ikat yang kuat, awet dan berviskositas tinggi. Salah satu contoh aspal yang dimodifikasi dengan aspal alam yaitu lateks (karet alam cair). Lateks adalah istilah yang digunakan untuk menyebut getah dari pohon karet. Getah alam diperoleh dari tanaman *Hevea brasiliensis*, kemudian diolah dan diperdagangkan sebagai bahan industri berupa *Rubber Smoked Sheet* (RSS), getah

pekat, *crumb rubber*, dan lain-lain (Suaryana dan Sofyan, 2019). Pencampuran lateks pada perkerasan jalan raya diharapkan dapat meningkatkan kekuatan aspal pada saat menahan beban kendaraan.

Penelitian mengenai penambahan lateks pada campuran beraspal sudah dilakukan oleh Thanaya dkk. (2015) dengan penambahan variasi lateks 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% terhadap total perekat pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan aspal penetrasi 60/70. Diperoleh kesimpulan bahwa penambahan lateks ke dalam campuran AC-WC menunjukkan nilai stabilitas Marshall yang semakin baik, nilai *flow* semakin tinggi, Marshall Quotient semakin baik, nilai VIM yang semakin rendah, nilai VMA yang semakin rendah serta nilai VFA yang semakin tinggi.

Penelitian ini mengkaji pengaruh lateks sebagai bahan pengganti sebagian aspal pada campuran aspal porus dengan variasi kadar lateks. Spesifikasi yang digunakan yakni *Australian Asphalt Pavement Association* (1997) yang selanjutnya disingkat menjadi AAPA (1997). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan aspal porus dengan campuran lateks sebagai pengganti sebagian aspal dengan variasi kadar lateks, sedangkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Nursandah dan Zaenuri (2019) menggunakan aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan penambahan variasi kadar lateks.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya persiapan alat dan bahan, pengujian bahan, perencanaan campuran, pembuatan dan pengujian benda uji dan analisis data.

TABEL 1. Batas Gradasi Agregat Campuran Aspal Porous

No.	Ukuran Saringan		Spesifikasi Lolos Saringan (%)	
	mm		Batas	Nilai Tengah
1.	19,1	$\frac{3}{4}$	100	100
2.	12,7	$\frac{1}{2}$	85-100	92,5
3.	9,52	$\frac{3}{8}$	45-75	60
4.	4,75	No. 4	10-25	17,5
5.	2,36	No. 8	7-15	11
6.	1,18	No. 16	6-12	9
7.	0,6	No. 30	5-12	8,5
8.	0,3	No. 50	4-8	6
9.	0,15	No. 100	3-7	5
10.	0,075	No. 200	2-5	3,5
11.		Pan	4,5-6	

Sumber: (AAPA, 1997)

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Bahan lateks berupa lateks cair dan aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70. Dalam campuran aspal porous digunakan campuran bergradasi terbuka (*open graded*) yang mengacu kepada AAPA (1997) dalam (Ghulam dkk., 2017). Batas gradasi agregat campuran aspal porous dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengujian Bahan

Sebelum bahan-bahan material digunakan pada campuran perkerasan dilakukan pengujian sifat-sifat fisis bahan sebagai berikut :

- (i) Agregat adalah salah satu komponen utama pada perkerasan jalan yang menentukan daya dukung, mutu, kualitas dan keawetan suatu perkerasan. Maka dari itu diperlukan pengujian terhadap bahan agregat. Pengujian agregat yang dilakukan adalah pengujian berat jenis, penyerapan agregat dan keausan agregat pada agregat kasar. Sedangkan untuk agregat halus pengujian yang

dilakukan yakni pengujian berat jenis dan penyerapan agregat.

- (ii) Aspal adalah salah satu komponen penting dalam perkerasan aspal itu sendiri, sehingga kualitas aspal harus diperhatikan agar sesuai dengan ketentuan. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian berat jenis aspal, penetrasi aspal, daktalitas, titik lembek dan kehilangan berat minyak.

Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan campuran aspal panas dengan variasi kadar aspal untuk mencari KAO dan variasi kadar lateks pada KAO, campuran aspal yang telah tercampur rata dimasukkan ke dalam cetakan benda uji, lalu ditumbuk menggunakan alat pemadatan (*compactor*) sebanyak 2×50 tumbukan.

Jumlah benda uji dibuat pada masing-masing pengujiannya disesuaikan pada kebutuhan penelitian, yakni benda uji untuk menentukan KAO dan benda uji untuk penelitian. jumlah benda uji yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

TABEL 2. Jumlah Benda Uji Untuk Mencari KAO

Variasi Kadar	Jumlah Benda Uji			
	Aspal	Marshall	AFD	Cantabro Loss
4,5 %	2	2	2	2
5 %	2	2	2	2
5,5 %	2	2	2	2
6 %	2	2	2	2
Jumlah	8	8	8	8

TABEL 3. Jumlah Benda Uji Dengan Campuran Lateks Pada KAO

Variasi Kadar	Jumlah Benda Uji			
	Lateks	Marshall	AFD	Cantabro Loss
0 %	2	2	2	2
1 %	2	2	2	2
3 %	2	2	2	2
5 %	2	2	2	2
7 %	2	2	2	2
Jumlah	10	10	10	10

Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO)

Menentukan kadar aspal optimum dilakukan dengan menggunakan grafik pita dan parameter dari AAPA (1997). Spesifikasi ini hanya menentukan beberapa parameter saja pada karakteristik marshall yang diantaranya VIM, stabilitas marshall, *flow* dan MQ. Ditambah 2 parameter lainnya yakni AFD dan CL. Seperti

yang telah diketahui bahwa aspal porus memiliki rongga yang lebih banyak daripada perkerasan jalan pada umumnya, hal ini sejalan dengan pernyataan Ma dkk, (2020) bahwa aspal porus umumnya memiliki nilai VIM lebih dari 18% bahkan hingga 23% atau 25% untuk mengatasi masalah drainasi. Spesifikasi AAPA (1997) dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

TABEL 4. Spesifikasi Aspal Porous

Kriteria Perencanaan	Nilai
<i>Cantabro loss</i> (%)	Maks. 20
<i>Asphalt flow down</i> (%)	Maks. 0,3
Stabilitas <i>marshall</i> (kg)	Min. 500
Kelelehan plastis (mm)	2 – 6
Kadar rongga udara (%)	10 – 28
Kekakuan <i>marshall</i> (kg/mm)	Maks. 400

Sumber: (AAPA, 1997)

Kadar aspal optimum ditentukan dengan pengujian benda uji pada kadar aspal yang memenuhi semua parameter pada spesifikasi AAPA (1997).

Uji Marshall

Pengujian marshall dilakukan untuk menentukan karakteristik marshall yang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Density

Nilai *density* menunjukkan nilai kepadatan suatu campuran beraspal. Semakin tinggi nilai *density* maka semakin baik kerapatan campuran tersebut. Nilai *density* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$g=c/f \quad (1)$$

Dengan, *g* adalah *density* (gr/cc), *c* adalah berat kering (gram) dan *f* adalah hasil pengurangan antara berat dalam keadaan kering jenuh permukaan dan berat dalam air.

2. Void Filled with Asphalt (VFA)

VFA atau rongga terisi aspal adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Nilai VFA dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$VFA=100 \times (VMA-VIM)/VMA \quad (2)$$

Dengan, VMA adalah rongga udara pada mineral agregat (%) dan VIM adalah rongga udara pada campuran setelah pemadatan (%).

3. Void in Mixture Asphalt (VMA)

VMA Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Nilai VMA dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$VMA=100-((Gmb \times Ps)/Gsb) \quad (3)$$

Dengan, *Gmb* adalah berat jenis curah campuran padat (gr/cc), *Ps* adalah persen agregat terhadap berat total campuran (%) dan *Gsb* adalah berat jenis curah agregat (gr/cc).

4. Void In the Mixture (VIM)

VIM adalah volume rongga yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. Nilai VIM dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$VIM=100 \times ((Gmm-Gmb)/Gmm) \quad (4)$$

Dengan, *Gmm* adalah berat jenis maksimum campuran (gr/cc) dan *Gmb* adalah berat jenis curah campuran padat (gr/cc).

5. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari nilai yang ditunjukkan oleh jarum dial pada alat uji. Nilai yang ditunjukkan pada jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat Marshall (Arifin dkk., 2018). Nilai stabilitas bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$s=p.q.r \quad (5)$$

Dengan, *s* adalah stabilitas (kg), *p* adalah pembacaan jarum dial, *q* adalah kalibrasi alat marshall dan *r* adalah angka koreksi benda uji.

6. Flow

Flow adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga sampel hancur. Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, nilai *flow* merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial.

7. Marshall quotient (MQ)

Kekakuan marshall merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelahan dengan satuan kg/mm. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. Nilai MQ dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Marshall\ quotient = \text{stabilitas}/\text{flow} \quad (6)$$

Pengujian marshall diawali dengan menimbang benda uji dalam keadaan kering, kemudian benda uji direndam dalam air selama 24 jam dan benda uji ditimbang dalam air. Setelah itu benda uji ditimbang dalam keadaan jenuh kering permukaan, kemudian benda uji direndam dalam water bath dengan suhu 60°C

selama 30 menit, kemudian benda uji dipasang ke mesin pengujian Marshall.

Uji Asphalt Flow Down

Asphalt Flow Down (AFD) menunjukkan kadar aspal maksimum yang tercampur homogen dengan agregat tanpa terjadinya pemisahan aspal (Fauziah dan Wijayati, 2016). Prosedur pengujiannya yaitu dengan menimbang campuran aspal dalam nampan yang telah dilapisi aluminium foil, lalu campuran aspal dalam nampan tersebut dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$ selama ± 60 menit, selanjutnya campuran aspal dan nampan tersebut dituangkan secara cepat sehingga yang tersisa pada nampan adalah sisa dari campuran aspal, lalu nampan dan sisa campuran aspal tersebut ditimbang.

Uji Cantabro Loss

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase kemampuan campuran terhadap pelepasan butir dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles sebanyak 300 putaran (Ismayalomi, Rahardjo, dan Pranoto, 2019). Prosedur pengujian dilakukan dengan

menimbang dan mencatat berat awal benda uji, kemudian benda uji tersebut dimasukkan ke dalam mesin abrasi, lalu diputar sebanyak 300 kali tanpa bola besi, selanjutnya benda uji dikeluarkan dari mesin abrasi Los Angeles dan ditimbang beratnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspal dan Agregat

Pengujian aspal dan agregat perlu dilakukan untuk mendukung penelitian agar sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh Bina Marga (2010). Pada penelitian ini, sifat fisis aspal yang diperiksa adalah berat jenis, penetrasi, daktalitas, titik lembek dan kehilangan berat minyak aspal. Pemeriksaan sifat fisis aspal ini dilakukan dalam 2 kondisi, yakni tanpa campuran lateks dan dengan variasi campuran lateks 1%, 3%, 5% dan 7%. Hasil pengujian sifat fisis aspal dan aspal + variasi kadar lateks dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa hasil pengujian aspal telah memenuhi spesifikasi.

TABEL 5. Hasil Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat jenis	≥ 1	1,06
Penetrasi (0,1 mm)	60-70	63,2
Daktalitas (cm)	≥ 100	153
Titik lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	51,5
Kehilangan berat minyak (gr)	$\leq 0,8$	0,069

TABEL 6. Hasil Pengujian Aspal + Variasi Kadar Lateks (1%, 3%, 5% dan 7%)

Pengujian	Spek	Hasil			
		1%	3%	5%	7%
Berat jenis	≥ 1	1,0311	1,0349	1,0434	1,0560
Penetrasi (0,1 mm)	60-70	63,9	47,3	58,2	49,4
Daktalitas (cm)	≥ 100	153	155,5	156	156
Titik lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	50	55	55,5	56
Kehilangan berat minyak (gr)	$\leq 0,8$	0,0301	0,2576	0,0943	0,376

Pada pengujian aspal dengan variasi kadar lateks menunjukkan bahwa semakin tinggi prosentase kadar lateks yang digunakan, maka nilai penetrasi mempunyai kecenderungan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena lateks pada kondisi suhu ruang akan mengeras, sehingga semakin banyaknya kadar lateks nilai penetrasi akan semakin turun, sampai pada kondisi dibawah yang disyaratkan terutama pada kadar 3%, 5% dan 7%.

Pengujian berat jenis dilakukan pada agregat kasar maupun halus, hal ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis curah kering, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air. Selain itu dilakukan juga pengujian abrasi untuk agregat kasar yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari agregat kasar. Hasil pengujian agregat kasar dan halus dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Pada Tabel 7 dan Tabel 8 dapat dilihat bahwa hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus telah memenuhi spesifikasi.

Kadar Aspal Optimum (KAO)

Untuk menentukan kadar aspal optimum, benda uji dibuat dengan variasi kadar aspal dan dilakukan pengujian dengan spesifikasi AAPA (1997). Pengujian dengan kadar aspal yang memenuhi seluruh parameter spesifikasi AAPA (1997) ditentukan sebagai kadar aspal optimum.

Hasil dari pengujian benda uji dengan variasi kadar aspal untuk menentukan KAO dapat dilihat pada Tabel 9.

Untuk tiap detail hasil yang ada di Tabel 9 dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 9.

TABEL 7. Hasil Pengujian Agregat Kasar

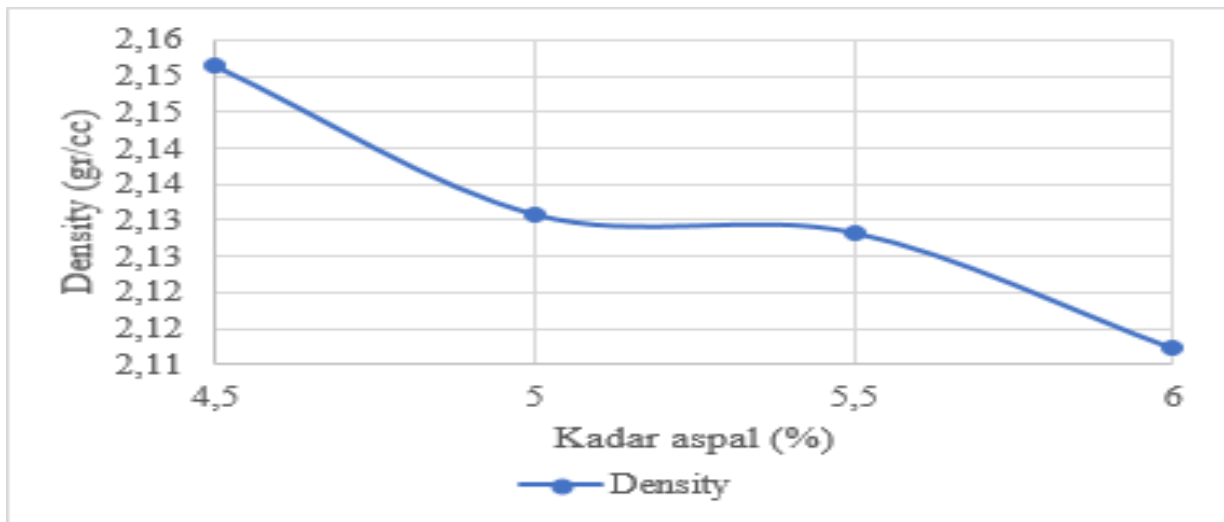
Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat jenis curah kering		2,58
Berat jenis jenuh kering permukaan	$\geq 2,5$	2,64
Berat jenis semu		2,74
Penyerapan air (%)	< 3	2,36
Keausan agregat (%)	< 40	28,38

TABEL 8. Hasil Pengujian Agregat Halus

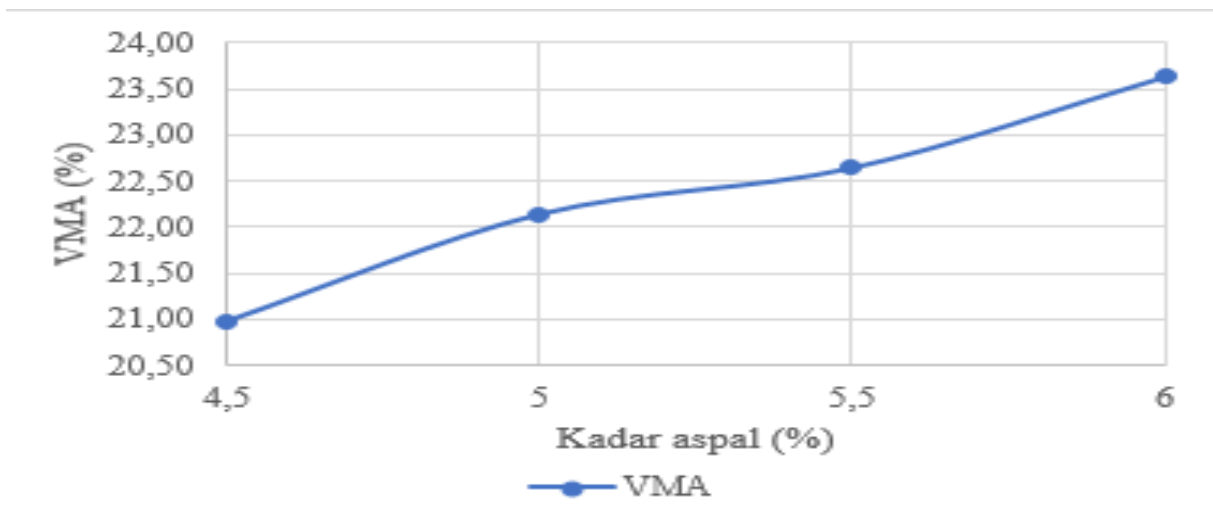
Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat jenis curah kering		2,55
Berat jenis jenuh kering permukaan	$\geq 2,5$	2,63
Berat jenis semu		2,95
Penyerapan air (%)	< 3	2,36

TABEL 9. Hasil Pengujian Parameter Aspal Porus Dengan Variasi Kadar Aspal Untuk Menentukan KAO

Karakteristik Campuran	Spek.	Kadar Aspal (%)			
		4,5	5	5,5	6
CL (%)	≤ 20	24,78	10,94	13,20	9,42
AFD (%)	$\leq 0,3$	0,04	0,13	0,17	0,26
Stabilitas (kg)	≥ 500	529,72	482,98	592,04	545,30
Flow (mm)	2 – 6	5,50	4,70	3,61	3,40
VIM (%)	10 – 28	11,49	11,70	11,17	11,21
MQ (kg/mm)	≤ 400	96,31	102,76	164,00	160,38
Kadar Aspal Optimum (KAO)			5,75		



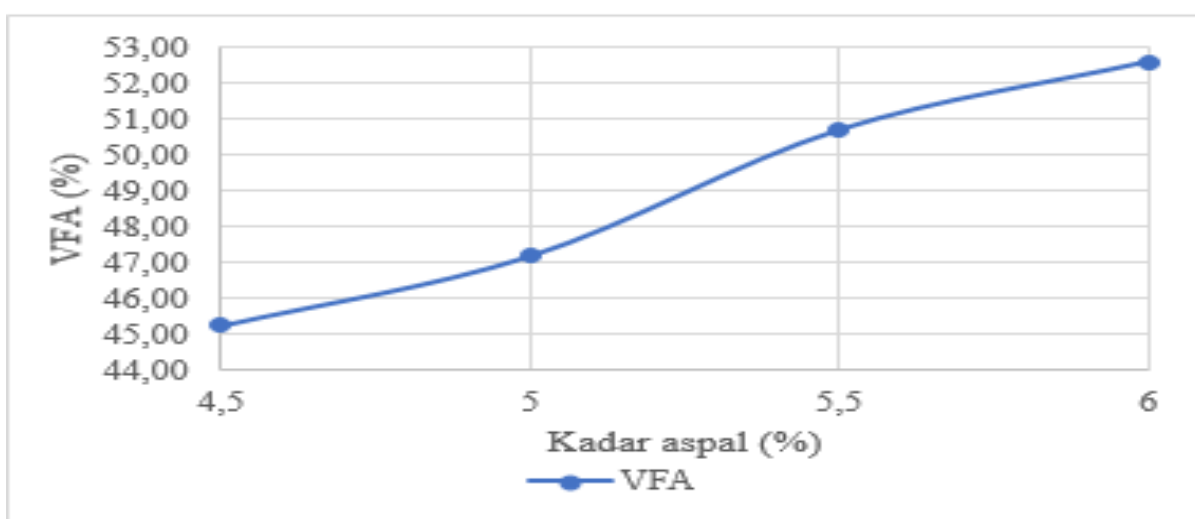
GAMBAR 1. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Density



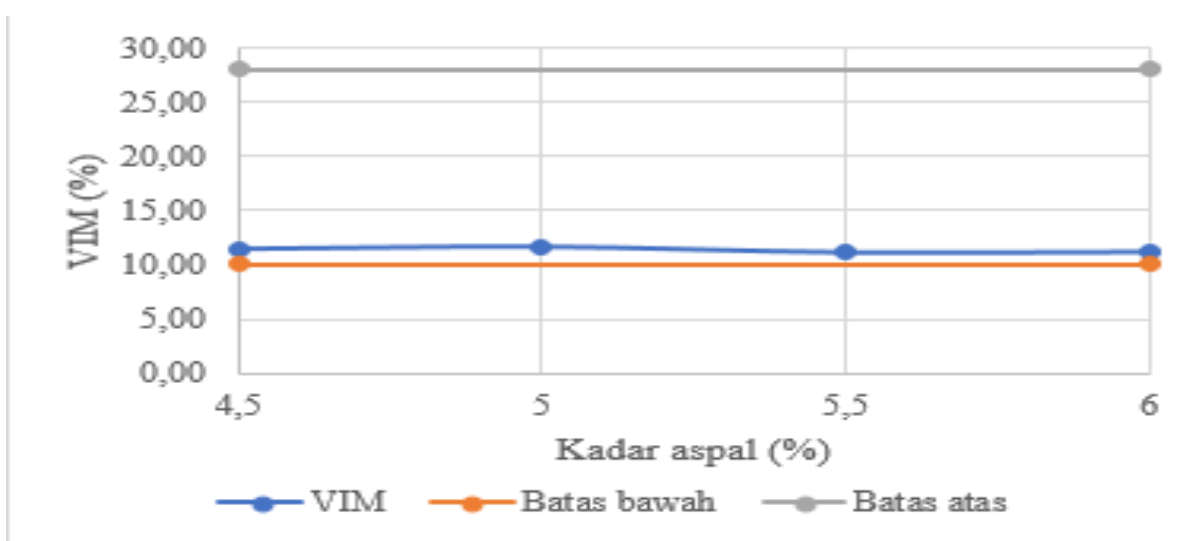
GAMBAR 2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VMA

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai *density* mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar aspal. Hal ini sejalan dengan penelitian Fauziah dan Wijayati (2016) pada penelitiannya mengenai pengaruh kadar limbah kaca sebagai substitusi agregat halus terhadap karakteristik campuran aspal porous, dimana nilai *density* menurun seiring bertambahnya kadar aspal. Penurunan *density* ini disebabkan karena semakin banyaknya kadar aspal yang digunakan dengan proses pemadatan yang kurang sempurna mengakibatkan rongga semakin besar dan kepadatannya menurun.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai VMA meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. Hal ini terkait dengan nilai *density* yang dihasilkan. Nilai *density* yang rendah disebabkan karena besarnya rongga antar agregat, sehingga dengan bertambahnya kadar aspal membuat VMA naik, hal ini menyebabkan nilai *density* turun. Hal ini sejalan dengan penelitian Fauziah dan Wijayati (2016) dalam menentukan KAO pada penelitiannya, dimana nilai VMA meningkat seiring bertambahnya kadar aspal.



GAMBAR 3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VFA



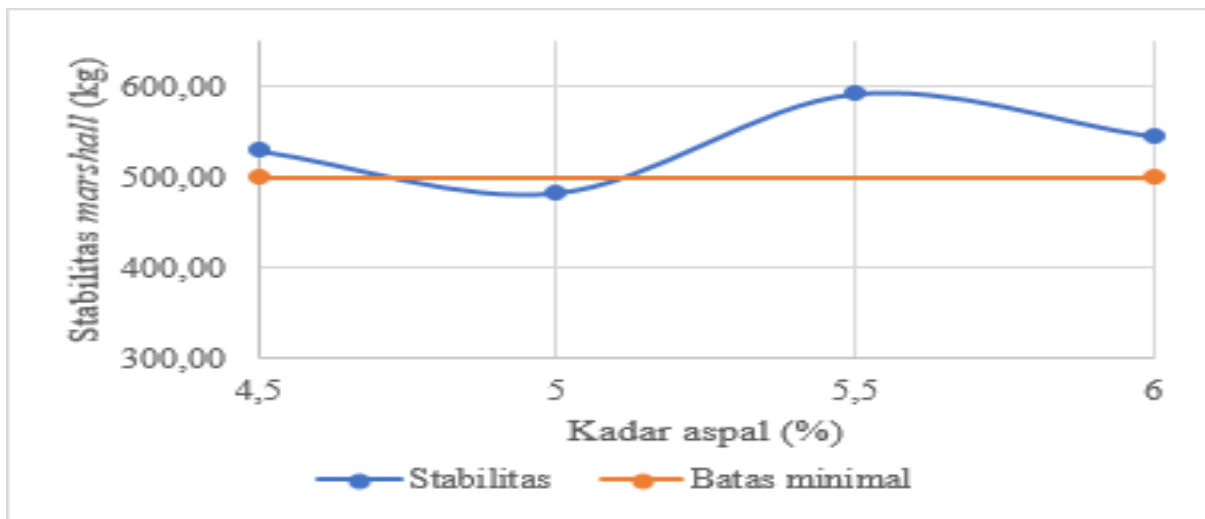
GAMBAR 4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VIM

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai VFA meningkat seiring bertambahnya kadar aspal hal ini karena dengan semakin bertambahnya kadar aspal yang digunakan akan mengisi rongga yang ada. Tetapi dengan pemadatan yang kurang sempurna rongga yang ada akan tetap besar walau aspal yang digunakan semakin banyak terutama pada campuran aspal porous.

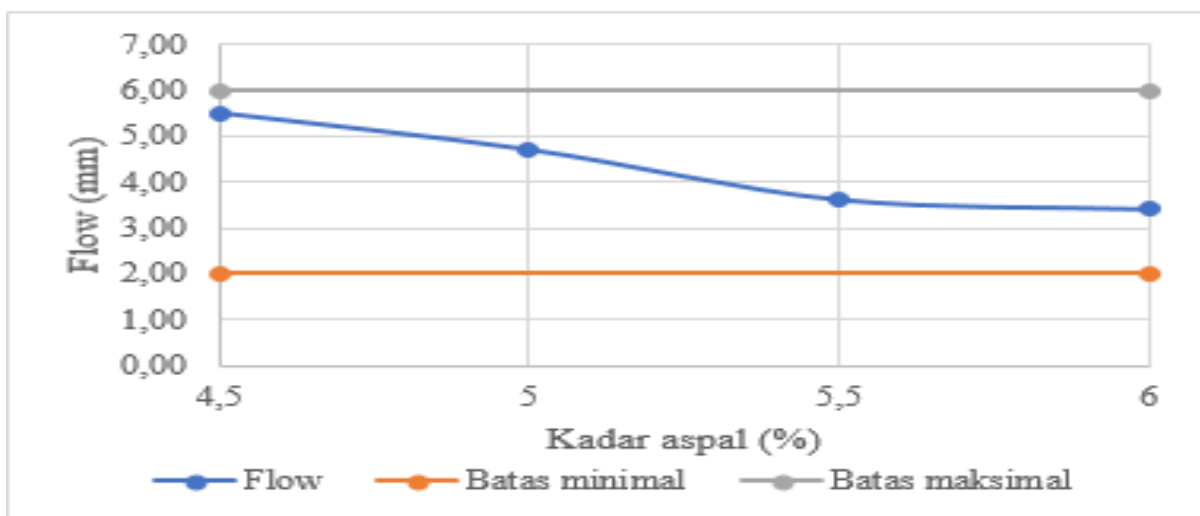
Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai VIM kecenderungannya mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena pemadatan yang kurang sempurna sehingga dengan peningkatan aspal yang digunakan tidak bisa mengisi rongga dalam campuran.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas marshall mengalami kecenderungan mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena menurunnya nilai kepadatan yang mengakibatkan kemampuan campuran menerima beban semakin menurun.

Pada Gambar 6 dapat dilihat nilai *flow* mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan karena aspal yang digunakan tidak bisa mengisi rongga-rongga yang ada dengan sempurna, sehingga nilai *flow* menjadi semakin menurun dengan bertambahnya kadar aspal.



GAMBAR 5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stabilitas



GAMBAR 6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Flow

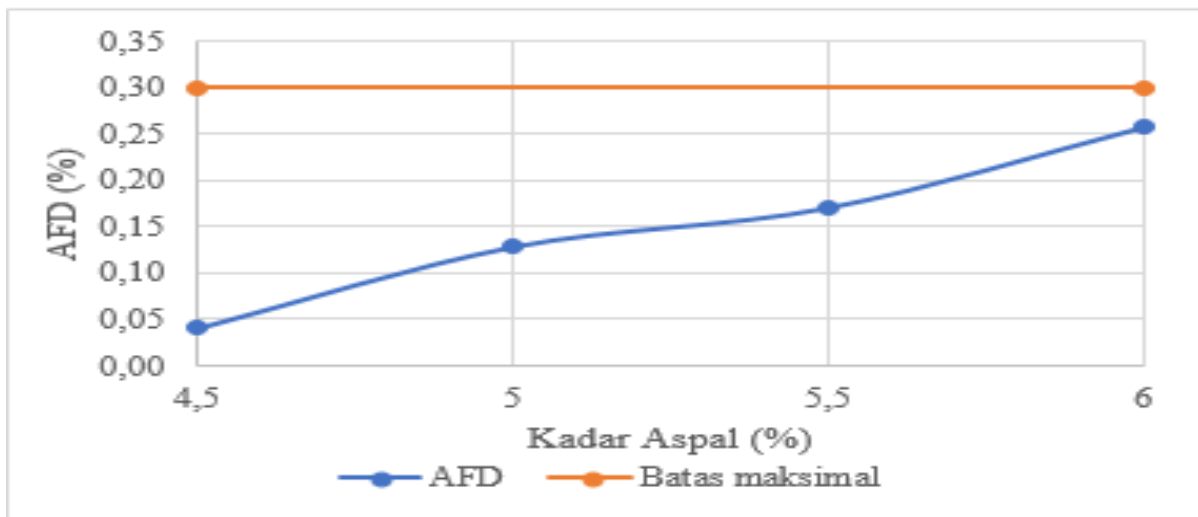
Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai AFD mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal, hal ini karena dengan semakin banyaknya aspal yang digunakan maka daya ikat aspal terhadap agregat akan semakin besar. Hal ini sejalan dengan penelitian Fauziah dan Wijayati (2016) dalam menentukan KAO pada penelitiannya, dimana nilai AFD meningkat seiring bertambahnya kadar aspal pada campuran aspal porous.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai CL mengalami kecenderungan menurun dengan bertambahnya kadar aspal. Ini disebabkan karena semakin banyaknya aspal yang digunakan akan mengikat agregat semakin baik

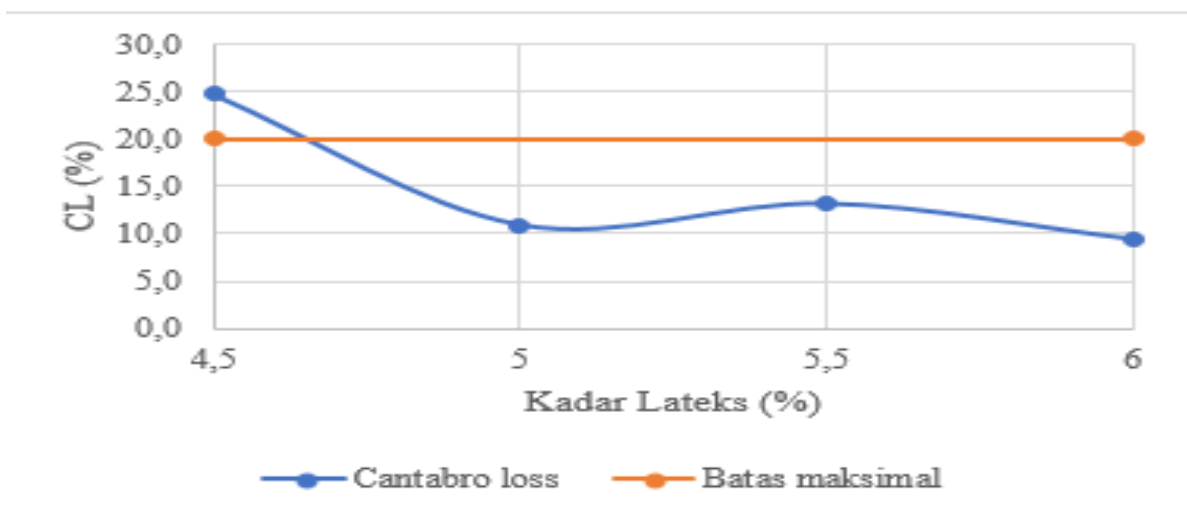
maka keausan dari campuran aspal porous akan menurun.

Parameter Marshall, AFD dan CL Aspal Porus dengan Variasi Lateks pada KAO

Hasil pengujian parameter marshall campuran aspal porous kondisi KAO dengan kadar lateks 0%, 1%, 3%, 5% dan 7% diperoleh nilai-nilai berupa density, VMA, VFA, VIM, stabilitas, *flow* dan MQ. Hasil pengujian parameter marshall, AFD dan CL aspal porous pada KAO dengan variasi kadar lateks dapat dilihat pada Tabel 10.



GAMBAR 7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan AFD



GAMBAR 8. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan CL

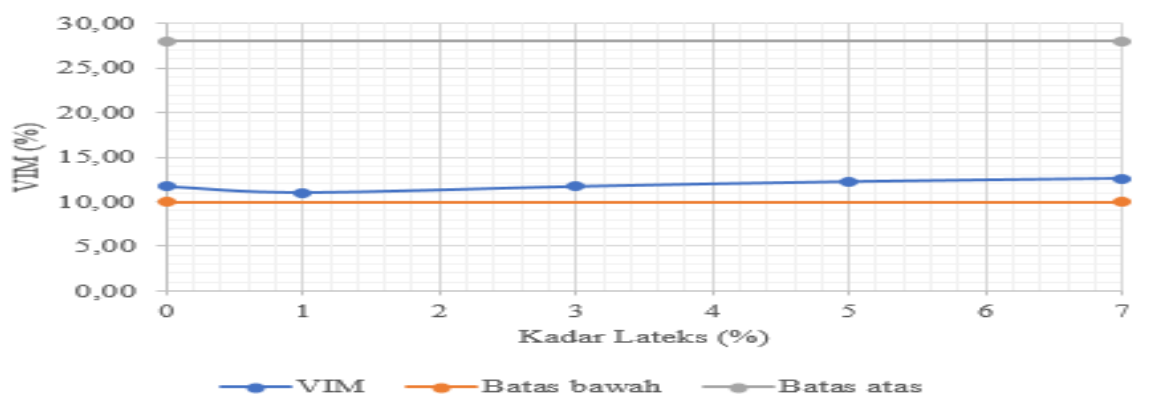
TABEL 10. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Porus Kondisi KAO Dengan Variasi Kadar Lateks

Kadar Lateks (%)	VIM (%)	Stabilitas Marshall (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	AFD (%)	CL (%)
0	11,69	638,78	4,90	136,02	0,23	14,54
1	11,03	475,19	3,90	132,76	0,19	8,65
3	11,70	498,56	5,40	92,36	0,18	10,99
5	12,25	592,04	6,20	98,23	0,21	9,20
7	12,60	537,51	5,30	106,60	0,16	14,61
Spesifikasi	10 - 28	Min. 500	2-6	Maks. 400	Maks. 0,3	Maks. 20

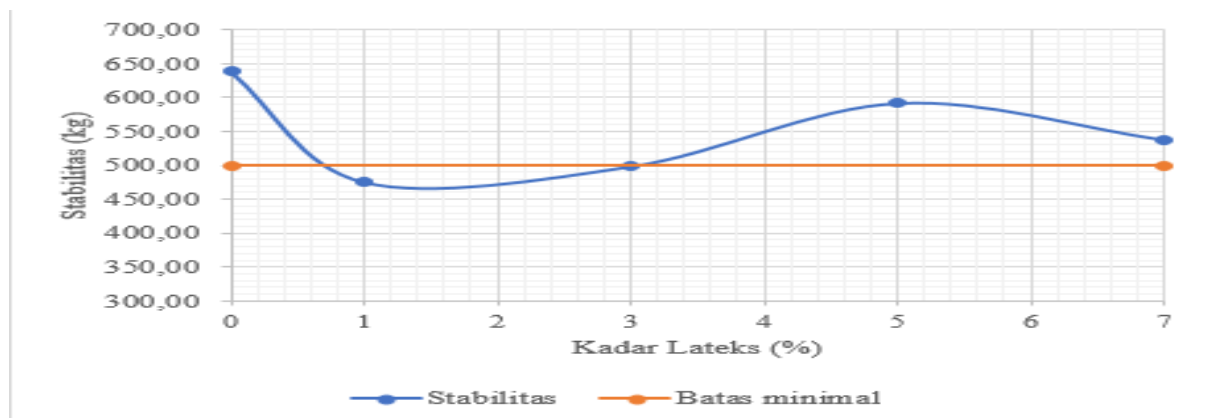
Detail dari parameter untuk menentukan KAO dengan variasi kadar lateks dijelaskan berikut.

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai VIM mempunyai kecenderungan meningkat dengan bertambahnya kadar lateks. Hal ini disebabkan karena aspal yang ditambah lateks akan semakin tinggi nilai viskositasnya yang membuat aspal tersebut mengalami kesulitan dalam mengisi rongga didalam campuran.

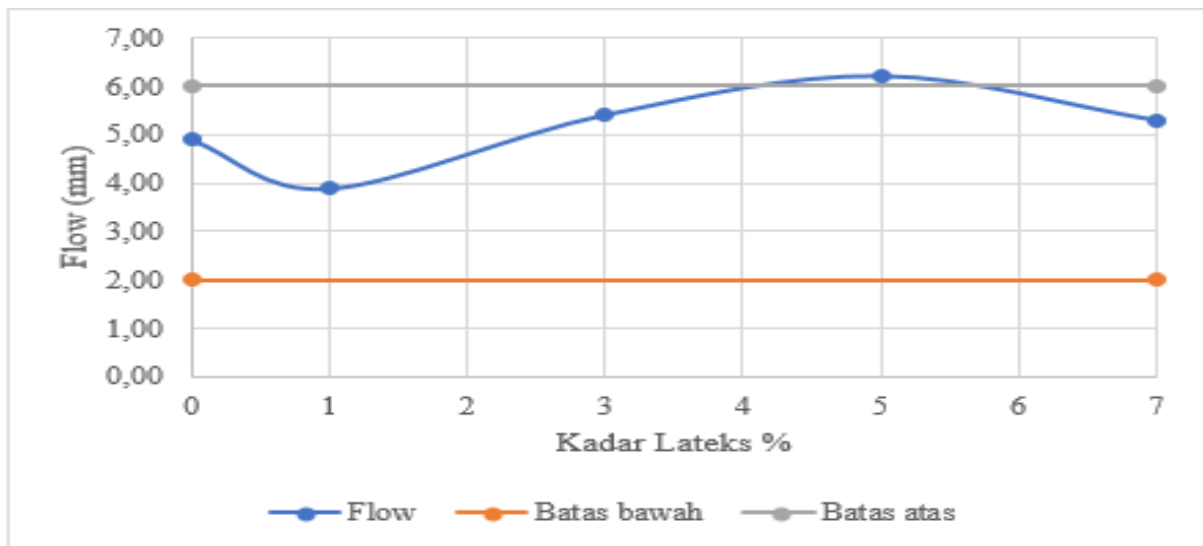
Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami penurunan pada kadar lateks 1%, dan meningkat pada kadar lateks 3% dan 5%, lalu menurun kembali pada kadar lateks 7%. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian Nursandah dan Zaenuri (2019) dimana nilai stabilitas campuran AC-WC dengan penambahan variasi lateks 3%, 5%, 7%, 9% dan 11% didapatkan hasil stabilitas yang terus meningkat hingga kadar lateks 9%, lalu menurun pada kadar lateks 11%.



GAMBAR 9. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks dan VIM



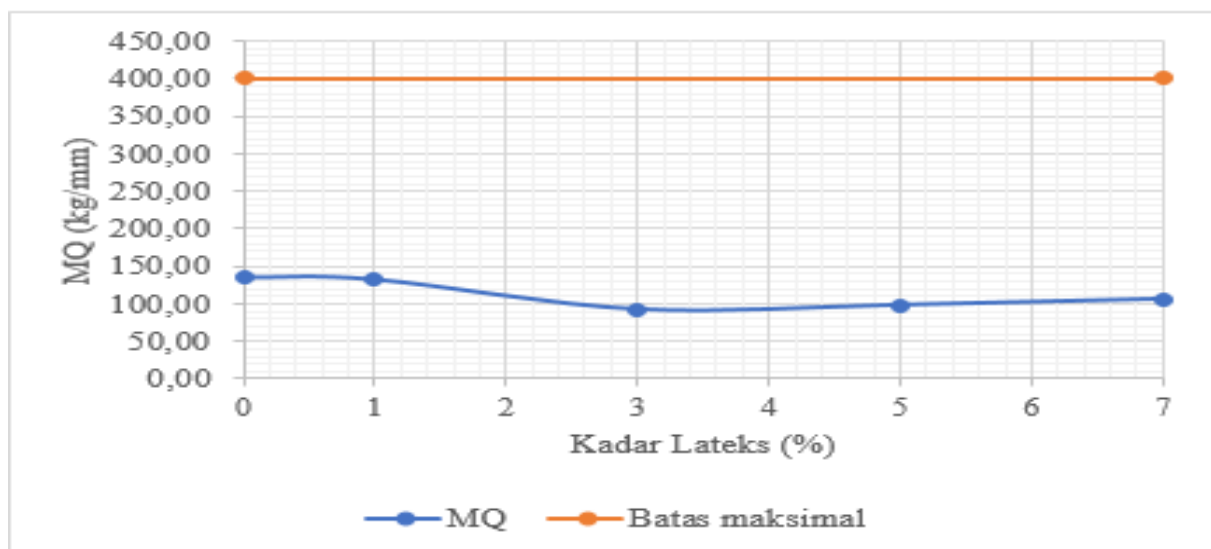
GAMBAR 10. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks dan Stabilitas



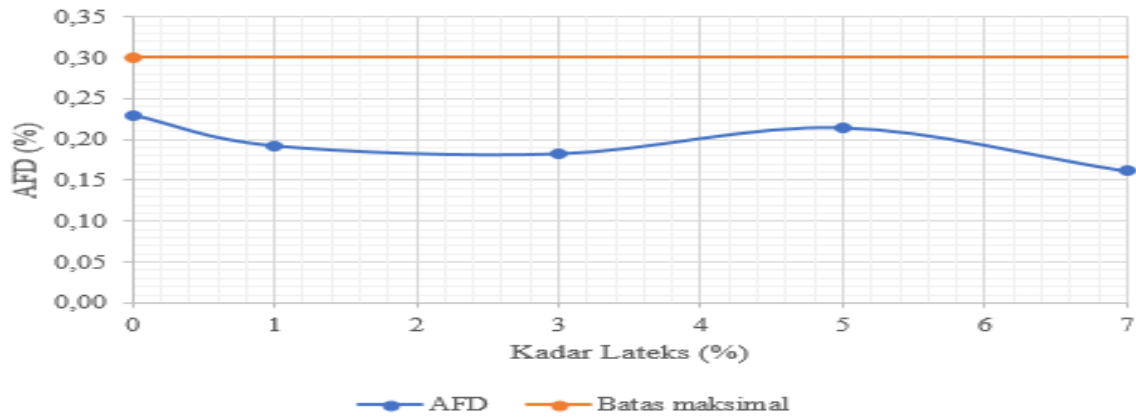
GAMBAR 11. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks dan Flow

Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa nilai *flow* mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar lateks. Hal ini sejalan dengan penelitian Nursandah dan Zaenuri (2019) dimana nilai *flow* campuran laston (AC-WC) dengan penambahan variasi lateks 3%, 5%, 7%, 9% dan 11% didapatkan hasil *flow* yang terus meningkat seiring bertambahnya kadar lateks hingga kadar lateks 11%.

Pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa nilai MQ mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar lateks, hal ini terkait dengan hasil stabilitas dan flow yang didapatkan. Nilai MQ sejalan dengan penelitian Nursandah dan Zaenuri (2019) dimana nilai MQ campuran laston (AC-WC) dengan penambahan variasi lateks 3%, 5%, 7%, 9% dan 11% didapatkan hasil MQ yang meningkat pada kadar lateks 5% dan 7%.



GAMBAR 12. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks dan MQ



GAMBAR 13. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks dan AFD

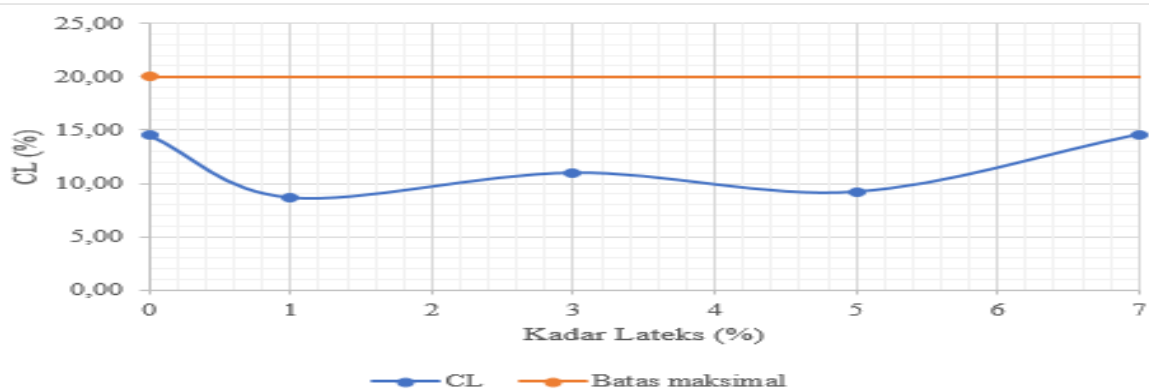
Pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa nilai AFD mengalami penurunan pada kadar lateks 1% dan 3%, dan meningkat pada kadar lateks 5%, lalu turun kembali pada kadar lateks 7%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kadar lateks cenderung menurunkan nilai AFD.

Pada Gambar 14 dapat dilihat bahwa nilai CL kecenderungan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar lateks, tetapi masih

dibawah batas maksimal nilai CL yang disyaratkan oleh AAPA (1997).

Kadar Lateks Optimum

Hasil pembahasan dari Gambar 9 sampai Gambar 14 diplotkan ke dalam grafik pita seperti saat mencari nilai KAO untuk menentukan nilai kadar lateks optimum (KLO). Hasil kadar lateks optimum dapat dilihat pada Tabel 11.



GAMBAR 14. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks dan CL

TABEL 11. Hasil Kadar Lateks Optimum

Karakteristik Campuran	Kadar Lateks (%)			
	1	3	5	7
CL (%)				
AFD (%)				
Stabilitas (kg)				
Flow (mm)				
VIM (%)				
MQ (kg/mm)				
Kadar Lateks Optimum : 7 %				

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa kadar lateks optimum adalah 7%. Nilai lateks optimum pada kadar 7 % bisa tetap digunakan walaupun hasil nilai penetrasi kurang dari standar aspal murni. Hal ini disebutkan juga pada peraturan terkait dengan spesifikasi campuran aspal, bahwa untuk aspal modifikasi tetap bisa digunakan selama hasil pengujian campuran aspal modifikasi sesuai dengan spesifikasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa, pada pengujian aspal dengan campuran lateks didapat nilai penetrasi tertinggi adalah 63,9, kehilangan berat minyak 0,2576, nilai daktalitas, titik lembek mengalami kenaikan seiring penambahan kadar lateks. Didapatkan nilai KAO adalah 5,75% dari total berat campuran. Pada pengujian aspal porus dengan variasi kadar lateks didapat nilai *flow* dan VIM cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar lateks, nilai stabilitas marshall tertinggi 592,04 kg, nilai marshall quotient 132,76 kg/mm, nilai *asphalt flow down* 0,21% dan nilai *cantabro loss* adalah 14,61%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, Ibrahim, Sulianti, I., & Subrianto, A. (2018). Pemanfaatan material lokal dalam pembuatan aspal porus tipe AC-WC yang aman dan ramah lingkungan. *Jurnal Forum Mekanika*, 7(2), 59-67. <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i2.199>
- Arifin, M. Z., Bowoputro, H., dan Falih, N. R. (2018). Pengaruh variasi kadar dan panjang serabut kelapa terhadap karakteristik Marshall pada aspal porus. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(2), 760-769.
- Fauziah, M., & Wijayati, F. S. (2016). Pengaruh kadar limbah kaca sebagai substitusi agregat halus terhadap karakteristik campuran aspal porus. *Teknisia*, 21(2), 261-273.
- Ismayalomi, S., Rahardjo, B., & Pranoto, P. (2019). Kajian eksperimen penambahan plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan asbuton LGA (Lawele Granular Asphalt) pada campuran aspal porus. *Bangunan*, 24(1), 1-14. <http://dx.doi.org/10.17977/um071v24i12019p%25p>
- Ma, Y., Chen, X., Geng, Y., & Zhang, X. (2020). Effect of clogging on the permeability of porous asphalt pavement, *Advances in Materials Science and Engineering*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2020/4851291>
- Ghulam, M., Nariswari, W., Ariyanto, E., & Gunawan, T. (2017). Nilai stabilitas porous asphalt menggunakan material lokal. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 19(1). <https://doi.org/10.35313/potensi.v19i1.531>
- Nursandah, F., & Zaenuri, M. (2019). Penelitian penambahan karet alam (lateks) pada campuran laston AC-WC terhadap karakteristik Marshall. *CIVILLA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 4(2), 262-267. <https://doi.org/10.30736/cvl.v4i2.375>
- Padilha Thives, L., Ghisi, E., Gherardt Brecht, D., & Menegasso Pires, D. (2018). Filtering Capability of Porous Asphalt Pavements, *Water*, 10(2), 1-17. <https://doi.org/10.3390/w10020206>
- Suaryana, N., & Sofyan, T. S. (2019). Performance evaluation of hot mixture asphalt using concentrated rubber latex, rubber compound and synthetic polymer as modifier. *Civil Engineering Dimension*, 21(1), 36-42. <https://doi.org/10.9744/ced.21.1.36-42>
- Thanaya, I. N. A., Puranto, I. G. R., & Nugraha, I. N. S. (2015). Studi karakteristik campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan penambahan lateks. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 77-86.

PENULIS:

Anita Rahmawati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul.

Email: anita.rahmawati@umy.ac.id

Ridwan Nur Hidayat

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan
Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul.

Email: ridwan.nur.2016@ft.umy.ac.id