

KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS DENGAN PENGUNAAN VARIASI KADAR SEMEN SEBAGAI *FILLER*

Idayani¹, Aris Munandar², Agus Salim³

^{1,2} Dosen Prodi Teknik Sipil dan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Almuslim

³ Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Almuslim

DOI: <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i3.2324>

Abstrak

Perkerasan jalan merupakan struktur permukaan jalan yang sering dilintasi oleh pengendara. Apabila struktur perkerasan jalan mempunyai *grade* yang baik maka efektivitas mobilisasi menjadi mudah dan terkendali. Faktor lingkungan volume kendaraan yang kian bertambah hingga berefek pada jalan. Faktor alam ialah intensitas curah hujan yang tinggi membuat air mengendap dan tergenang. Air yang tergenang cepat membuat agregat yang saling mengikat jadi terlepas. Genangan air dapat membahayakan pengendara yang melintas. Salah satu cara mengatasi permasalahan tersebut ialah menggunakan aspal porus. Aspal porus ialah perkerasan jalan lentur yang memiliki karakteristik porositas yang tinggi. Kondisi lingkungan seperti permasalahan banjir maupun air hujan yang mudah tergenang di jalan, aspal porus cocok digunakan karena memiliki resapan air yang baik. Tujuan penelitian ini ialah untuk dapat meningkatkan mutu aspal dengan spesifikasi AAPA (*Australian Asphalt Pavement Association*) dan juga dapat mengetahui pengaruh nilai karakteristik Marshall pada campuran aspal porus dengan substitusi semen sebagai filler. Pada penelitian aspal porus ini variasi pengganti filler antara lain 0%, 30%, 50% dan 70% dengan penambahan filler Hasil KAO yang didapatkan ialah 4,72. Selanjutnya hasil persentase variasi kadar semen yang maksimum diperoleh pada substitusi 70% dengan nilai stabilitas sebesar 689 kg, nilai kelelahan sebesar 3,57 mm, nilai MQ 193,98 Kg/mm dan VIM 18,0%. Hasil penelitian nilai stabilitas dan *flow* dan parameter Marshall memenuhi spesifikasi AAPA

Kata kunci: *Aspal Porus, Kadar Semen, Karakteristik Marshall, AAPA 2004.*

Abstrack

Pavement is a road surface structure that is often crossed by motorists. If the road pavement structure has a good grade then the effectiveness of mobilization becomes easy and controllable. The environmental factor that we are feeling right now is the increasing volume of vehicles, which affects the roads. The natural factor is the high intensity of rainfall which causes the water to settle and stagnate. Stagnant water quickly makes the aggregates that bind together dislodge. Stagnant water can be a hazard to passing motorists. One way to overcome this problem is to use porous asphalt. Porous asphalt is a flexible road pavement that has high porosity characteristics. Our current environmental conditions such as flood problems and rainwater which easily stagnates on the roads, porous asphalt is suitable for use because it has good water absorption. The author wants to study porous asphalt with 0%, 30%, 50%, and 70% filler replacement with the addition of filler to improve the quality of porous asphalt with AAPA (Australian Asphalt Pavement Association) specifications. The maximum percentage variation in cement content was obtained at 70% substitution with a stability value of 689 kg, a yield value of 3.57 mm, an MQ value of 193.98 Kg/mm, and a VIM of 18.0%. The results of the research on the stability and flow values and the Marshall parameters meet the AAPA specifications.

Keywords: *Porous Asphalt, Cement Content, Marshall Characteristics, AAPA 2004.*

1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan struktur permukaan jalan yang sering dilintasi oleh pengendara. Apabila struktur perkerasan jalan mempunyai *grade* yang baik maka efektivitas mobilisasi menjadi mudah dan terkendali. Akan tetapi, struktur perkerasan jalan yang sering kita temui di lingkungan sekitar cepat mengalami kerusakan, antara lain retak halus, cacat permukaan, dan terlepasnya butir – butir agregat. Banyak faktor yang mengakibatkan hal tersebut terjadi, baik itu dari awal perencanaan yang kurang tepat, material yang tidak sesuai spek hingga faktor lingkungan dan alam Sembung (2020). Faktor lingkungan yang kita rasakan saat ini ialah volume kendaraan yang kian bertambah hingga berefek pada jalan. Faktor alam ialah intensitas curah hujan yang tinggi membuat air mengendap dan tergenang. Air yang tergenang cepat membuat agregat yang saling mengikat jadi terlepas. Genangan air dapat membahayakan pengendara yang melintas. Salah satu cara mengatasi permasalahan tersebut ialah menggunakan aspal porus. Safariadi (2018) mengatakan bahwa Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan No. 200 (0,075 mm).

Aspal porus merupakan perkerasan jalan lentur yang memiliki karakteristik

porisitas yang tinggi. Kondisi lingkungan kita saat ini seperti permasalahan banjir maupun air hujan yang mudah tergenang di jalan, aspal porus cocok digunakan karena memiliki resapan air yang baik. Pada penelitian sebelumnya Rodhiah (2022) hasil pengujian aspal beton porus dengan kadar aspal optimum dengan pengganti *filler fly ash* pada 4 variasi kadar *filler fly ash* yaitu 0%, 2%, 4%, 6%. Diperoleh hasil terbaik pada penggunaan *filler fly ash* sebanyak 6% dari berat campuran. Menurut Hamzah, dkk (2016) *filler* merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. Filler dalam campuran beton aspal adalah bahan yang 100% lolos saringan No.100 dan paling kurang 75% lolos saringan No.200. Sukirman (2003) mengatakan bahwa gradasi agregat didapat dari hasil analisa saringan atau ayakan dengan menggunakan satu set saringan, saringan yang paling kasar diletakkan di bagian atas dan yang halus diletakkan di bagian paling bawah. Pada penelitian ini menggunakan jenis gradasi terbuka (*open graded*) yang mengacu pada persyaratan menurut (*Australian Asphalt Pavement Association, 2004*).

Hasil penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh AAPA Tahun 2004. Nadya (2020) campuran aspal porus didapat kadar aspal

terbaik 5.5% diperoleh nilai stabilitas 582 kg, flow 3,5 mm, VIM = 22,5 %, MQ = 166 %, semua besaran nilai kriteria marshall yang di dapat belum memenuhi nilai batas-batas spesifikasi. Penelitian ini juga mengatakan bahwa permeabilitas aspal porus didapat 3%; 307,72 cm³ , 4%; 269,62 cm³, 5%; 231,52 cm³, 6%; 181,70 cm³, 7%; 82,06%, dan memiliki rata-rata koefisien permeabilitas 3%; 0,49, 4%; 0,43 ,5%; 0,38 ,6%; 0,24,7%; 0,17 semua besaran nilai permeabilitas aspal memenuhi batas-batas kriteria spesifikasi.

Meneruskan penelitian sebelumnya penulis ingin mengkaji tentang aspal porus dengan pengganti filler filler 0%, 30%, 50% dan 70% dengan penambahan filler untuk dapat meningkatkan mutu aspal porus. Penambahan semen sebagai filler punya 4 variasi antara lain 0%, 30%, 50% dan 70%. Adapun tujuan dari pada penulisan ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan nilai terbaik dari pada campuran aspal porus dan variasi substitusi kadar semen sebagai filler yaitu 0%, 30%, 50% dan 70%.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengujian marshall dengan menggunakan agregat halus dan agregat kasar yang terdapat pada *stone crusher* PT. Krueng Meuh. Objek

pengamatan pada penelitian adalah perencanaan campuran aspal porus dengan menggunakan semen sebagai filler dan aspal keras penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina sebagai bahan pengikatnya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Aspal Fakultas Teknik Universitas Almuslim Matangglumpangdua. Bahan material yang digunakan di ambil di *stone crusher* PT. Krueng Meuh Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireun. Aspal yang digunakan berupa aspal keras penetrasi 60/70 yang diperoleh dari PT. Pertamina. Pengujian pertama akan dilakukan pengujian sifat fisis aspal dan agregat dan dilanjutkan dengan penentuan KAO dimana semen disubstitusikan pada campuran aspal porus. Pengujian selanjutnya akan dilakukan pembuatan benda uji aspal dengan aspal pen. 60/70 yang ditambahkan dengan 3 variasi kadar semen terhadap karakteristik marshall.

Material dan peralatan yang digunakan

Adapun material yang digunakan pada penelitian ini yaitu, aspal keras Pen. 60/70 produksi PT. Pertamina, agregat batu pecah dan halus yang diproduksi PT. Krueng Meuh dan *filler* (semen). Sedangkan peralatan utama yang digunakan adalah marshall test, dimana alat tekan marshall yang terdiri kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 3000 kg (6000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji pengukur

kelelahan plastis (*flowmeter*). Kemudian alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter 10,2 cm (4 in) dengan tinggi 7,5 cm (3 in) untuk marshall standar dan diameter 15,24 cm (6 in) dengan tinggi 9,52 cm untuk marshall modifikasi dan dilengkapi dengan plat dan leher sambung. Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter 9,8 cm (3,86 in), berat 4,5 kg (10 lb), dengan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18 in) untuk marshall standar.

Prosedur Penelitian

Secara garis besar, prosedur penelitian ini terbagi beberapa tahap, yaitu pengujian sifat-sifat fisis agregat, pengujian sifat-sifat fisis aspal, perencanaan campuran aspal porous, pembuatan benda uji, pengujian benda uji dengan alat Marshall dan perhitungan parameter Marshall dari benda uji.

Perencanaan Campuran Aspal Porus

Tahapan perencanaan campuran aspal porous yang pertama dilakukan adalah pemilihan gradasi agregat yang akan dilakukan dengan pengujian analisa saringan, pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan satu set saringan sesuai dengan ukuran saringan yang dibutuhkan. Saringan disusun dengan ukuran saringan

paling besar ditempatkan paling atas, kemudian set saringan tersebut diguncangkan dengan mesin pengguncang selama 15 menit.

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal ditentukan berdasarkan pada kadar aspal perkiraan awal yang merupakan kadar aspal tengah atau kadar aspal ideal. Kadar aspal tengah yang diperoleh dari rumus tersebut dibulatkan mendekati angka 0,5% terdekat. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah sebanyak 5 variasi, yang memiliki perbedaan masing-masing 0,5%. Variasi kadar aspal yang dipilih sedemikian rupa, sehingga dua kadar aspal kurang dari nilai kadar aspal tengah, dan dua kadar aspal lainnya lebih besar dari nilai kadar aspal tengah.

Tahapan selanjutnya yang akan dilakukan adalah penentuan benda uji. Proses pembuatan benda uji bisa dilanjutkan ketika agregat, gradasi dan aspal polimer memenuhi spesifikasi. Setelah dilakukan beberapa pengujian sehingga diperoleh data data untuk mengetahui nilai – nilai dari karakteristik campuran aspal beton porous dengan substitusi semen sebagai filler.

Banyaknya benda uji yang dibuat untuk mengetahui sifat-sifat campuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Benda Uji Untuk Menentukan KAO Dengan Metode Marshall

No.	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1.	$P_b - 1,0$	A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	3 Buah
2.	$P_b - 0,5$	A ₂₁ , A ₂₂ , A ₂₃	3 Buah
3.	P_b	A ₃₁ , A ₃₂ , A ₃₃	3 Buah
4.	$P_b + 0,5$	A ₄₁ , A ₄₂ , A ₄₃	3 Buah
5.	$P_b + 1,0$	A ₅₁ , A ₅₂ , A ₅₃	3 Buah
Total			15 Buah

Setelah kadar aspal optimum (KAO) diperoleh, maka akan dibuat benda uji pada kadar aspal optimum (KAO) dengan penambahan semen sebagai filler terhadap karakteristik marshall. Jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Benda Uji Penambahan Semen Terhadap Karakteristik Marshall.

No	Kadar Semen	Kode Benda Uji	Jumlah
1	0%	A1, A2, A3	3 buah
2	30%	A4, A5, A6	3 buah
3	50%	A7, A8, A9	3 buah
4	70%	A10, A11, A12	3 buah
Jumlah Total			12 buah

Tahapan selanjutnya setelah kadar aspal optimum (KAO) diperoleh, maka akan dibuat benda uji pada kadar aspal optimum (KAO) dengan penambahan semen sebagai filler terhadap karakteristik marshall. Jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Benda Uji Penambahan Semen Terhadap Karakteristik Marshall.

No	Kadar Semen	Kode Benda Uji	Jumlah
1	0%	A1, A2, A3	3 buah
2	30%	A4, A5, A6	3 buah
3	50%	A7, A8, A9	3 buah
4	70%	A10, A11, A12	3 buah
Jumlah Total			12 buah

Total benda uji secara keseluruhan yang direncanakan dalam penelitian ini, yaitu sebagaimana yang telah diperlihatkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Rekapitulasi Rancangan Jumlah Benda Uji Keseluruhan

No	Uraian	Jumlah
1	Benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO)	15 buah
2	Benda uji yang penambahan semen	12 buah
Jumlah Total		27 buah

Langkah awal pembuatan benda uji yang harus disiapkan berupa kompor, timbangan, sendok, wajan, termometer, pengaduk, mold, kertas untuk lapisan mold, alat penumbuk, spatula, dongkrak, dan bak perendaman benda uji. Langkah selanjutnya yaitu mempersiapkan agregat sesuai dengan perencanaan campuran, dan kemudian di dimasukkan kedalam oven. Langkah selanjutnya yaitu memanaskan aspal dengan mencapai suhu pencampuran, kemudian timbang aspal yang dibutuhkan dan campurkan dengan agregat yang sudah sampai suhunya kemudian di aduk sampai merata setelah mencapai suhu pencampuran maka dituangkan kedalam mold yang sudah disiapkan.

Setelah mencapai suhu pemadatan benda uji dipadatkan dengan alat tumbuk masing-masing sebanyak 50 tumbukan untuk bagian atas dan bawah mold. Jumlah tumbukan ini mengacu pada AAPA, 2004. Kemudian benda uji dikeluarkan dari dalam mold setelah benda uji dingin baru dilakukan penimbangan berat kering setelah itu benda uji direndam 24 jam. Setelah direndam dilakukan penimbangan SSD dan timbang berat didalam air. Selanjutnya benda uji direndam di dalam waterbath selama 30 menit pada suhu 60^o C. Lalu benda uji dikeluarkan dan diletakkan pada alat marshall, dan pastikan alat *flow* dialnya nol. Pembebanan siap

diberikan dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maksimum dari benda uji. Berdasarkan evaluasi Parameter Marshall menggunakan metode Overlapping pada campuran dengan variasi agregat kasar, agregat halus dan filler, maka akan diperoleh nilai kadar aspal optimum. Pada setiap parameter marshall diplot pada sumbu y dan kadar aspal diplot pada sumbu x, sehingga akan diperoleh *range* kadar aspal berdasarkan persyaratan yang telah ditetapkan untuk masing-masing parameter tersebut, kadar aspal optimum yang diperoleh merupakan kadar aspal yang akan mewakili semua parameter marshall yang telah memenuhi persyaratan AAPA (2004).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dilakukan terhadap sifat fisis material pembentuk campuran aspal porous yang terdiri dari agregat dan aspal Pen. 60/70, pengaruh variasi kadar semen terhadap nilai stabilitas dan kelelahan pada campuran aspal porous.

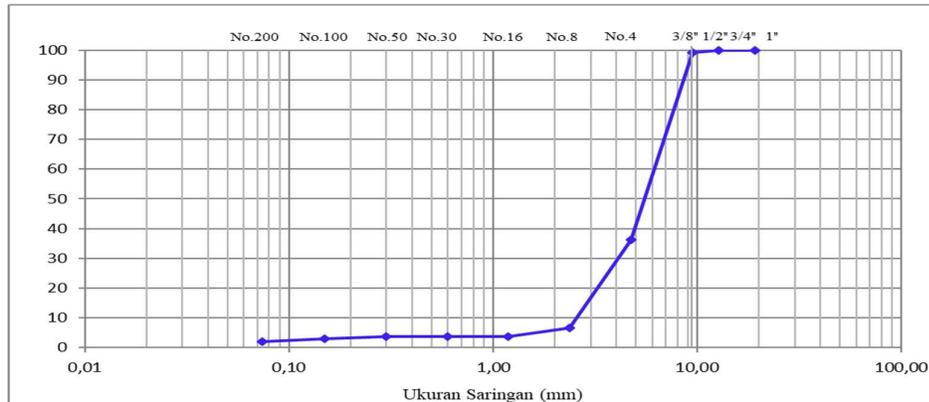
Hasil pemeriksaan gradasi

Pemeriksaan gradasi agregat dilakukan dengan menggunakan analisa saringan. Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa agregat tersebut tidak dapat digunakan langsung dalam campuran karena tidak memenuhi spesifikasi gradasi yang disyaratkan. Oleh karena itu, harus dilakukan penyesuaian gradasi terlebih

dahulu sehingga agregat tersebut memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditetapkan. Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gradasi Terbuka berdasar

spesifikasi APPA 2004 untuk campuran aspal porous. Selanjutnya dari gradasi rencana tersebut dihitung komposisi campuran dan proporsi kadar aspal pen.

rkan
nilai
tengah
dari



Gambar 1. Hasil Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus Gradasi Terbuka

Hasil pengujian Marshall untuk penentuan KAO

Berdasarkan hasil pengujian Marshall yaitu Stabilitas, *Flow*, VIM, dan *Marshall Quetient*. Hasil pengujian Marshall dengan gradasi terbuka didapatkan variasi kadar aspal 4%; 4,5%; 5%; 5,5%; dan 6%, selanjutnya dianalisa untuk memperoleh nilai Kadar Aspal

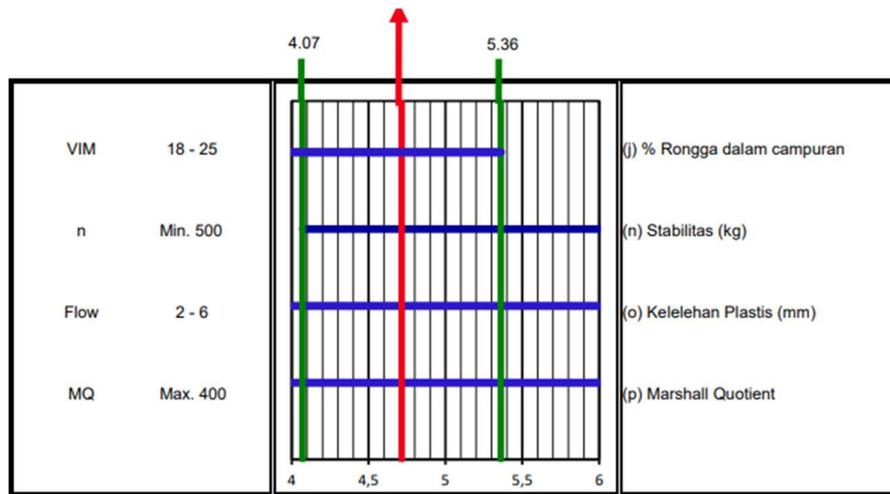
Optimum (KAO) yang diperoleh adalah sebesar 4,72% yang memenuhi persyaratan parameter *Marshall* untuk campuran aspal porous. Nilai KAO tersebut akan digunakan untuk membuat benda uji. Hasil pengujian parameter dari keseluruhan parameter Marshall untuk variasi kadar aspal disajikan pada Lampiran.

Untuk rekapitulasi hasil pengujian Marshall untuk variasi kadar aspal disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penentuan KAO Gradasi Terbuka

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					AAPA 2004
		4	4.5	5	5.5	6	
1	Stabilitas (Kg)	497	556	613	682	772	Min. 500
2	<i>Flow</i> (mm)	3,17	3,20	3,30	3,37	3,13	2 – 6
3	MQ (Kg/mm)	157,80	174,66	187,78	204,30	266,82	Maks. 400
4	VIM (%)	19,0	18,9	18,4	17,6	16,5	18 – 25

Berdasarkan hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal tersebut kemudian diplot pada sumbu salib dengan koordinat kadar aspal (Sumbu X) dan salah satu parameter Marshall (Sumbu Y). Untuk mempermudah perhitungan analisa regresi tersebut dilakukan dengan menggunakan *software microsoft excel*.



Gambar 2. Grafik Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) Gradasi Terbuka

Selanjutnya, hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall aspal beton (AC-WC) dengan Gradasi Terbuka dapat dilihat pada tabel berikut.

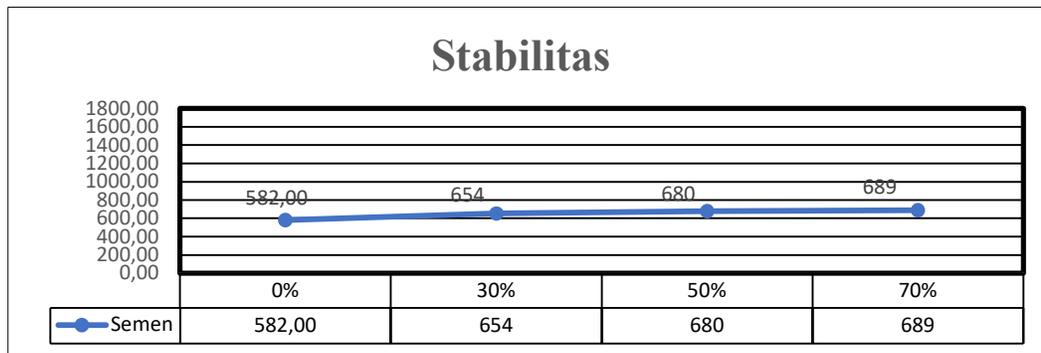
Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Dengan Variasi Kadar semen

No	Karakteristik Campuran	Variasi Kadar semen				AAPA 2004
		0%	30%	50%	70%	
1	Stabilitas (Kg)	582	654	680	689	Min. 500
2	Flow (mm)	3,77	2,53	3,07	3,57	2 – 6
3	MQ (Kg/mm)	154,82	259,95	226,07	193,98	Maks. 400
4	VIM (%)	19,1	18,7	18,4	18,0	18 – 25

Tinjauan terhadap nilai stabilitas

Nilai stabilitas campuran aspal porous menggunakan aspal Pen. 60/70 dengan gradasi terbuka terhadap KAO 4,72% mengidentifikasi bahwa terjadi kenaikan nilai stabilitas pada campuran dengan nilai stabilitas tertinggi didapat

pada substitusi kadar semen 70%. Hal ini dipengaruhi oleh sifat-sifat fisis dari kadar semen sehingga menjadikan campuran aspal lebih tanah terhadap tekanan dan suhu, nilai stabilitas campuran dapat diperlihatkan pada gambar berikut.



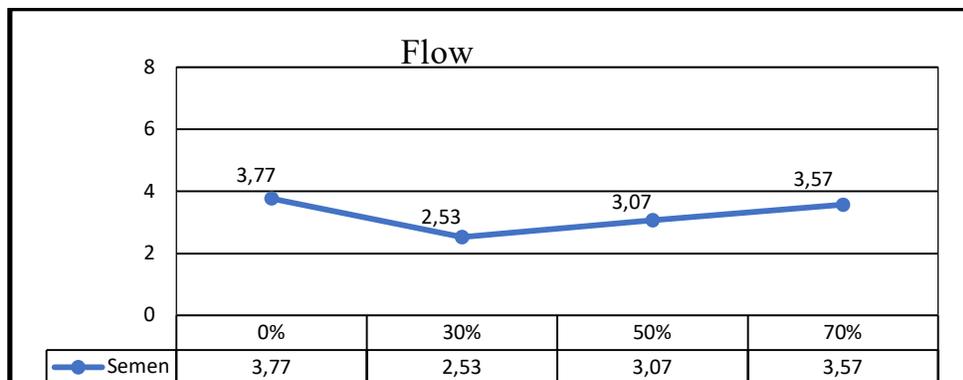
Gambar 3. Pengaruh Nilai Stabilitas Pada Substitusi Kadar Semen

Nilai stabilitas campuran dengan substitusi kadar semen tersebut sudah memenuhi persyaratan spesifikasi APPA 2004 yaitu minimal 500 kg. Semakin naiknya nilai stabilitas menandakan bahwa benda uji semakin kuat dalam menahan deformasi akibat beban yang mempengaruhinya, hal ini disebabkan karena ikatan yang maksimal antara campuran aspal dengan substitusi kadar semen.

Tinjauan terhadap nilai kelelahan plastis (*flow*)

Nilai *flow* campuran aspal porous menggunakan substitusi kadar semen

dengan gradasi terbuka menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur yang dapat dilihat pada gambar berikut.



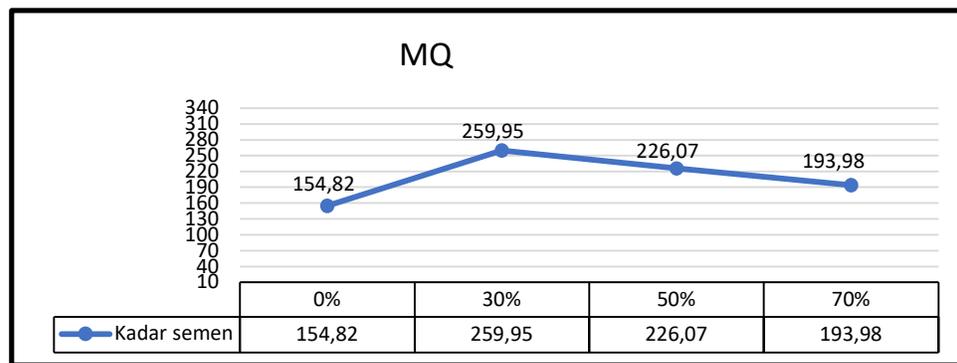
Gambar 4 Pengaruh Nilai *Flow* Pada Substitusi Kadar Semen

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwasannya kadar semen nilai *flow* sudah

memenuhi persyaratan dari AAPA 2004 hal ini diakibatkan karena semen sudah mengisi ruang-ruang yang kosong pada gradasi terbuka sehingga mengakibatkan deformasi yang lebih kecil. Hal ini menandakan bahwa penggunaan kadar semen pada campuran aspal sudah lebih kuat dalam menahan beban dari lalu lintas dengan deformasi yang kecil.

Tinjauan terhadap nilai Marshall

Semakin besar nilai *Marshall Quotient* (MQ) berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil *Marshall Quotient* (MQ) maka perkerasannya semakin lentur. Namun nilai MQ harus dibatasi agar campuran aspal porous memiliki nilai fleksibilitas dan durabilitas sesuai dengan kebutuhan beban lalu lintas.



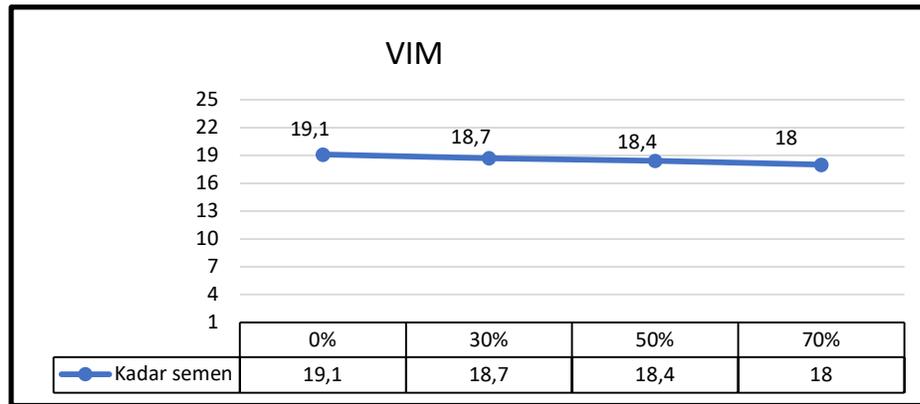
Gambar 5. Pengaruh Nilai *Marshall Quotient* (MQ) Pada Substitusi Kadar Semen

Nilai Marshall Quotient (MQ) dinyatakan dalam satuan kg/mm. Berdasarkan hasil analisis data nilai MQ dari empat buah variasi (Gambar 4.4) semuanya memenuhi spesifikasi yang ada dalam AAPA 2004 MQ maks 400 kg/mm. Nilai MQ tertinggi pada persentase 30% (259,95 kg/mm), disebabkan karena nilai flow pada kadar persentase semen tersebut yang paling rendah sehingga faktor pembagi menjadi kecil. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan bahwa campuran sangat kaku dan getas. Tinjauan terhadap nilai VIM, diperoleh

dimana VIM (*Void In Mix*) adalah banyaknya rongga dalam campuran yang dinyatakan dalam persentase. Rongga udara yang terdapat dalam campuran diperlukan untuk tersedianya ruang gerak untuk unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisnya. Nilai VIM (*Void In Mix*) dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal dan density. Jika nilai VIM (*Void In Mix*) yang terlalu tinggi berkurangnya keawetan dari lapis keras karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara kedalam lapis

perkerasan. Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleading* pada lapis keras. Selain *bleading*, dengan VIM yang rendah kekakuan lapis

keras akan mengalami retak (*cracking*) apabila menerima beban lalu lintas karena tidak cukup lentur untuk menerima deformasi yang terjadi.



Gambar 6. Pengaruh Nilai VIM Pada Substitusi Kadar Semen

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai karakteristik campuran aspal porous dengan variasi substitusi kadar semen dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Karakteristik campuran aspal penetrasi 60/70 terhadap sifat fisis aspal dan agregat sudah memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan sesuai dengan yang disyaratkan oleh AAPA 2004. Karakteristik campuran aspal dengan substitusi kadar semen terhadap nilai stabilitas, kelelahan, VIM dan MQ sudah memenuhi persyaratan AAPA 2004. Hal ini menandakan bahwa penggunaan kadar semen pada campuran aspal sudah lebih kuat dalam menahan beban dari lalu lintas

dengan deformasi yang kecil.

2. Persentase variasi kadar semen yang maksimum diperoleh pada substitusi 70% dengan nilai stabilitas sebesar 689 kg, nilai kelelahan sebesar 3,57 mm, MQ 193,98 kg/mm dan VIM 18,0%.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar menggunakan variasi kadar semen sebagai agregat halus yang lebih rendah karena pada penelitian sudah didapatkan nilai stabilitas yang optimum. Pada penelitian ini menggunakan Gradasi Terbuka dengan substitusi kadar semen, disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan substitusi lainnya dengan gradasi rapat.

5. DAFTAR PUSTAKA

AAPA. Australian Asphalt Pavement Association. (2004). *Open Graded Asphalt Design Guide*. Australian.

Seragam Sebagai Bahan Konstruksi Jalan Yang Ramah Lingkungan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Hamzah, Risky Aynin dkk. (2016). *Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi terhadap Kriteria Marshall pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang*. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.

Rizkianto, dkk. (2015). *Pengaruh Pengisian Rongga Pada Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Polimer Starbit E-55 Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Rodhiah, Ayu. (2022). *Analisis Fly Ash Terhadap Filler Pada Campuran Aspal Porus*. Bireuen : Univesitas Al – Muslim.

Safariadi, dkk. (2018). *Karakteristik Campuran Beraspal (Laston) akibat Pengaruh Penggunaan Instant Powder sebagai Pengganti Filler*. Kalimantan Barat: Universitas Tanjung Pura.

Sembung, Nadya Tesalonika. (2020). *Analisa Campuran Aspal Porus Menggunakan Material Dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon*. Universitas Sam Ratulangi: Manado.

Widhianto, dkk. (2013). *Desain Aspal Porus Dengan Gradasi*