

ANALISA CAMPURAN ASPAL PORUS MENGGUNAKAN MATERIAL DARI KAKASKASEN KECAMATAN TOMOHON UTARA KOTA TOMOHON

Nadya Tesalonika Sembung

Theo K. Sendow, Steve Palenewen

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: nadyaa.sembung@gmail.com

ABSTRAK

Asphalt porous merupakan campuran bergradasi terbuka (open graded) dengan persentase agregat kasar yang besar, persentase agregat halus yang kecil, sehingga menyediakan rongga udara yang besar. Aspal porous merupakan inovasi untuk mengurangi genangan air di atas permukaan jalan. Aspal porous memiliki nilai stabilitas yang rendah namun memiliki nilai permeabilitas yang tinggi yang disebabkan oleh banyaknya rongga dalam campuran lapisan perkerasan sebagai sistem drainase. Aspal porous digunakan pada jalan yang memiliki lalu lintas yang rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai permeabilitas dan kekuatan material berdasarkan kriteria marshall dengan agregat yang bersumber dari Kakaskasen dan diatur di laboratorium sehingga memiliki parameter komposisi campuran sebagai bahan pengisi dan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat.

Rancangan campuran berdasarkan komposisi agregat sesuai dengan persyaratan gradasi (Asphalt Concrete-Wearing Course) atau disingkat AC-WC dan dicari kadar aspal perkiraan dibuat benda uji marshall. Kadar aspal ditetapkan dulu menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat dan dibuat benda uji marshall dengan 5 variasi kadar aspal serta dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai permeabilitas dimana air di dalam tabung jatuh bebas kedalam mould yang berisi benda uji pada ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran.

Hasil penelitian menunjukkan pada campuran aspal porous 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. Hasil penelitian permeabilitas aspal porous 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.

Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh bahwa campuran aspal porous dengan menggunakan material bersumber dari Kakaskasen dengan menggunakan bahan pengikat aspal penetrasi 60/70 memiliki nilai stabilitas yang rendah dan memiliki nilai permeabilitas yang tinggi tapi campuran tersebut masih layak digunakan pada kondisi jalan yang lalu lintas rendah. Dengan demikian disarankan untuk campuran aspal porous melakukan penelitian yang lebih lagi dengan menggunakan sumber material yang berbeda serta bahan pengikatnya dan perlu diadakan penelitian lanjutan tentang kinerja marshall seiring dengan pengaruhnya kekuatan pada campuran perkerasan.

Kata Kunci: *Aspal porous, Kriteria Marshall, Permeabilitas, Aspal Penetrasi 60/70*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkerasan terdiri dari beberapa jenis yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, sedangkan perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat dan perkerasan komposit (*composite pavement*)

dimana sebagai lapis bawah digunakan struktur beton sedangkan lapis permukaan digunakan aspal. Perkerasan lentur adalah perkerasan yang sangat banyak digunakan dibandingkan dengan perkerasan kaku.

Genangan air hujan di atas permukaan jalan yang selalu terjadi di musim penghujan mengakibatkan gangguan kenyamanan bagi pengendara. Karakter *flexible pavement* yang kedap terhadap air dan drainase yang buruk mendukung fenomena tersebut. Hal tersebut

mengurangi resapan air hujan dan mempercepat kerusakan jalan, Aspal porus merupakan salah satu inovasi untuk meningkatkan resapan air hujan dan untuk mengurangi adanya genangan di atas jalan.

Fungsi aspal porus biasanya digunakan pada jalan yang memiliki beban lalu lintas yang rendah seperti tempat parkir, lapangan tenis, lorong-lorong kecil yang hanya dilalui kendaraan ringan, aspal porus (*porous asphalt*) merupakan campuran bergradasi terbuka dengan persentase agregat kasar yang besar, persentase agregat halus yang kecil, sehingga menyediakan rongga udara yang besar. Rongga udara ini diharapkan dapat meloloskan atau memberikan ke luasaan air yang berada di lapis permukaan untuk dapat di alirkan ke dalam rongga aspal secara vertikal dan horizontal serta menyalurkannya dalam sistem drainase perkerasan (Ghulam 2007).

Ditinjau dari segi kenyamanan pengguna jalan, kondisi fisik dari jalan seperti tingkat kekesatan aspal, genangan-genangan air dipermukaan jalan, tingkat kebisingan jalan dan sebagainya adalah hal penting, apabila terjadi genangan-genangan di atas permukaan jalan kemudian air tersebut dapat dialirkan atau di teruskan pada rongga aspal tersebut tetapi yang diinginkan aspal tersebut porus terhadap air dan memiliki karakteristik *marshall* serta memiliki nilai permeabilitas yang baik.

Perkembangan selanjutnya aspal porus layak untuk mening-katkan kontak roda kendaraan dengan permukaan jalan, aspal porus juga mengeliminasi pengkabutan dibelakang kendaraan dan mengurangi kesilauan dari permukaan jalan pada siang dan malam hari, sehingga permukaan jalan lebih jelas kelihatannya, oleh karena itu dalam hal peningkatan pelayanan jalan terhadap pemakainya maka dikembangkan teknologi Aspal Porus sebagai salah satu bagian dari perkerasan lentur yang dapat meminimalisir dampak-dampak buruk sarana transportasi.

Aspal porus adalah campuran aspal dengan kadar pasir yang rendah untuk mendapatkan ruang pori yang tinggi. Dengan adanya ruang pori yang tinggi diharapkan dapat meresapkan air. Jenis perkerasan aspal porus merupakan teknik pelapisan jalan yang sangat inovatif, karena mudah meloloskan air masuk kedalam perkerasan secara vertikal dan horisontal melalui pori-pori udara kapiler atau dengan meng-gunakan saluran samping dan lapisan perkerasannya sebagai sistem drainase.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang disusunlah rumusan masalah yaitu kondisi fisik dari jalan seperti tingkat kekesatan aspal, genangan-genangan air dipermukaan, tingkat kebisingan maka dalam hal peningkatan pelayanan jalan terhadap pemakaiannya dikembangkan teknologi aspal porus, maka dapat dikemukakan permasalahan yang ada yaitu belum diperoleh nilai permeabilitas untuk material yang akan digunakan dan bagaimana kekuatan material berdasarkan uji marshall untuk porositas aspal dan apakah porositas aspal yang dihasilkan dapat memenuhi spesifikasi .

Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Samratulangi
2. Material diambil langsung dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara
3. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 diambil dari pertamina
4. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 3%,4%,5%,6%,7% berat total agregat

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai permeabilitas dari campuran aspal porus untuk material yang akan digunakan
2. Untuk mengetahui bagaimana kekuatan material berdasarkan uji marshall untuk campuran aspal porus

Manfaat Penelitian

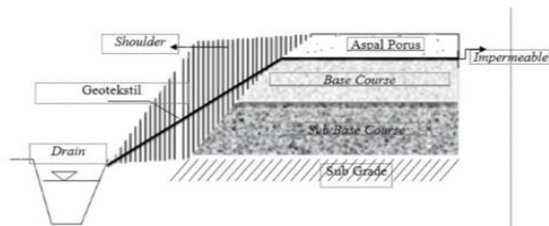
Manfaat penelitian ini adalah sebagai salah satu inovasi baru agar supaya dalam pembuatan jalan dikemudian atau dimasa yang akan datang campuran aspal untuk membuat jalan dapat dibuat berporus agar supaya lebih mengurangi dampak kecelakaan atas genangan-genangan air yang terjadi, serta dapat mengurangi kebisingan yang terjadi di jalan raya dan meningkatkan kontak roda kendaraan dengan permukaan jalan, aspal porus juga mengeliminasi pengkabutan dibelakang kendaraan dan mengurangi kesilauan dari permukaan jalan pada siang dan malam hari, sehingga permukaan jalan lebih jelas kelihatannya.

LANDASAN TEORI

Aspal Porus

Porous pavement adalah perkerasan yang direncanakan dengan menggunakan bahan

material yang mampu merembeskan aliran air ke dalam lapisan tanah dibawahnya. Porous pavement cocok digunakan untuk jalan dengan volume rendah, tempat parkir, jalur sepeda, trotoar, taman bermain, lapangan tenis, dan jalan lain yang menahan beban yang tidak terlalu besar. Pada perkerasan ini, terdapat ruang kosong untuk aliran air dan udara. Adanya ruang kosong inilah yang menyebabkan air hujan dapat masuk ke dalam perkerasan dan meresap ke dalam tanah sehingga porous pavement limpasan air hujan yang dihasilkan lebih sedikit daripada perkerasan konvensional.



Gambar 1. Penggunaan Aspal Porus

Pemilihan moda

Adapun lapisan porositas aspal:

1. Lapisan permukaan

Perkerasan porous memiliki lapisan permukaan yang terdiri atas ikatan antar agregat seragam diantara terdapat rongga antar agregat tersebut. Rongga sebagai tempat lewatnya air tersebut menempati kurang lebih dari 40% dari volume base. Asfalt yang digunakan memiliki nilai penetrasi 50/60 hingga 85/100. Proporsi aspal yang digunakan sebesar 5,5% hingga 6% dari saluran berat total perkerasan. Lapisan permukaan ini merupakan lapisan yang mengalami kontak langsung dengan ban kendaraan dan berfungsi untuk menahan beban roda serta menyebarkan beban ke lapisan di bawah nya sehingga beban tersebut dapat dipikul oleh lapisan lain. Lapisan permukaan ini merupakan lapisan yang mengalami kontak langsung dengan ban kendaraan dan berfungsi sebagai berikut:

- Menahan beban roda selama masa layan
- Lapis perkerasan penahan beban roda, dengan persyaratan harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- Lapis aus, lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus

- Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain

Aspal porous memiliki kekuatan lebih rendah dibandingkan dengan aspal konvensional sehingga diperlukan bahan campuran yang dapat meningkatkan nilai stabilitas dan kekuatannya. Salah satu bahan yang dapat digunakan yaitu bahan yang dapat menambah daya rekat berupa Gilsonite HMA Modifier Grade.

2. Lapisan Base

Lapisan pondasi (*base*) terletak tepat dibawah lapisan permukaan sehingga berfungsi menahan beban yang berat sehingga dibutuhkan material yang berkualitas tinggi dan pelaksanaan yang benar. Lapisan base juga berfungsi untuk menyebarkan gaya dari beban roda ke lapisan bawahnya dan sebagai bantalan lapisan permukaan. Pada perkerasan konvensional, lapisan pondasi (*base*) terdiri atas bantuan pecah, pasir, dan pertikel halus yang saling terikat dan didesain untuk menahan dan mentranfer beban kendaraan menuju tanah dasar. Namun, pada perkerasan porous lapisan pondasi terdiri atas batu pecah dengan gradasi yang seragam dan memiliki rongga hanya pengurangan gregat halus, karena lapisan ini tidak hanya didesain untuk menahan beban kendaraan, tetapi juga mampu melewatkan air hingga meresap dalam tanah.

3. Lapisan Tanah Dasar

Tanah dasar perkerasan porous harus memiliki permeabilitas yang tinggi dan tidak bersifat ekspansif sehingga kabar air dalam tanah akan tetap terjaga walaupun dalam keadaan basah. Tanah dasar harus dapat mengalirkan air dengan cepat sehingga tetap dapat menahan beban kendaraan yang melintas. Kekuatan tanah dalam menahan beban berkaitan dengan daya dukungnya. Daya dukung tanah dapat diketahui dengan pengujian California Bearing Ratio (CBR). CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban (Standart Load) dan dinyatakan dalam presentasi.

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standart berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban. Nilai CBR dikembalikan untuk mengukur kapasitas daya dukung beban tanah yang digunakan sebagai jalan. CBR juga dapat digunakan untuk mengukur kapasitas daya

dukung beban perkerasan jalan. Semakin keras suatu material, semakin tinggi rating CBR. Nilai CBR 3% sama dengan tanah pertanian, CBR 4,75% setara dengan tanah liat lembab, sementara pasir lembab memiliki CBR 10% baru hancur memiliki CBR lebih dari 80%. Bahan standart untuk tes ini dihancurkan California batu kapur yang memiliki nilai 100. Nilai CBR rendah pada lapisan subgrade dapat diterima karena lapisan subgrade terlindungi dari beban lalu lintas oleh lapisan lapisan diatasnya. CBR sangat berguna di berbagai aspek desain perkerasan jalan karena sederhana dan memiliki ukuran yang tepat.



Gambar 2. Susunan lapis atas dan bawah pada perkerasan aspal porus

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Aspal Porus

No	Kriteria Perencanaan	Nilai
1	Koefisien Permeabilitas	0.1-0.5 cm/s
2	Kadar Rongga di Dalam Campuran (VIM %)	18-25
3	Stabilitas Marshall (mm)	Min. 500
4	Kelelahan Marshall (mm)	2-6
5	Marshall Question (kg/mm)	Maks. 400
6	Jumlah Tumbukan perbidang	50

Sumber: *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA), 2004*

Adapun gradasi untuk campuran aspal porus atau disebut sebagai campuran aspal bergradasi terbuka (open graded). Dikutip dari AAPA 2004 persyaratan gradasi agregat pada aspal porus disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Gradasi campuran aspal porus

Ukuran Ayakan (mm)	%Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran (lolos saringan (%))
19	85-100
9.5	45-70
6.7	25-45
4.75	10-25
2.36	7-15
1.18	6-12
0.6	5-10
0.3	4-8
0.15	3-7
0.075	2-5
Total	100
Kadar aspal	3%-7%

Sumber: (AAPA), 2004

Tabel 3. Persyaratan pemeriksaan sifat-sifat aspal

Jenis Pengujian	Metode	Aspal pen.60/70
Penetrasi 25° C, 100 gr, 5 dtk:0.1 mm	AASHTO T49-80	60-79
Titik Lembek; °C	AASHTO T53-81	48-58
Titik nyala; °C	AASHTO T48-81	Min 200
Diktilitas, 25°C; cm	AASHTO T51-82	Min 100

Penentuan kadar aspal perkiraan

Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dengan persamaan:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{Konstanta} \quad (1)$$

Dimana:

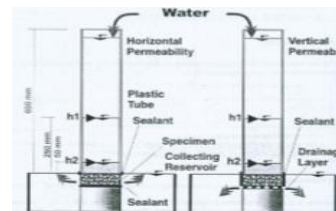
P_b = Kadar aspal perkiraan

CA =Agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = Agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200

FF =Agregat halus lolos saringan No.200

Nilai konstanta sekitar 0,5 – 1,0 untuk Laston (AC-WC).



Gambar 3. Water permeability test

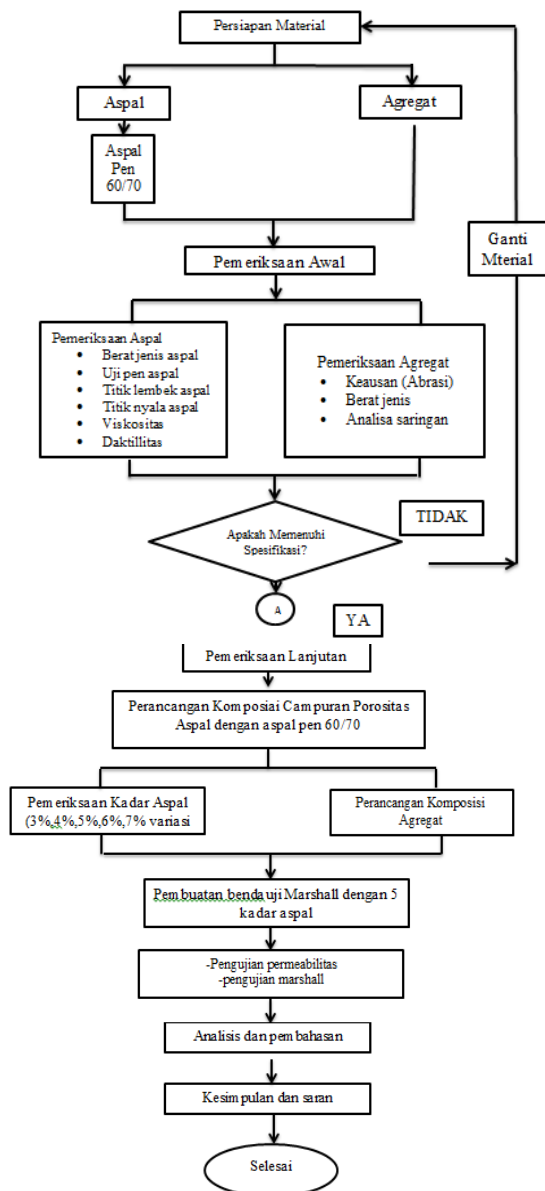
$$K = 2,3 \frac{a.L}{A.t} \cdot \log \frac{h_1}{h_2} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- k = Koefisien permeabilitas air (cm/s).
- a = Luas potongan melintang tabung (cm²).
- L = Tebal spesimen (cm).
- A = Luas potongan melintang spesimen (cm²).
- t = Waktu yang di butuhkan untuk mengalirkan air dari h1 ke h2 (s).
- h1 = Tinggi batas air paling atas pada (cm²).

METODOLOGI PENELITIAN

Alur Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Fisik Agregat

Hasil pemeriksaan sifat fisik agregat yaitu abrasi sebagaimana terlihat pada Tabel 4. Hasil ini menunjukkan bahwa abrasi memenuhi syarat spesifikasi.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan awal (Abrasi dengan mesin los angeles)

Standar Pengujian	Tipe sampel abrasi	Persyaratan Spesifikasi	Hasil pemeriksaan (%)
SNI 2417:2008	Sampel I	Maks, 35%	33, 04%
	Sampel II	Maks, 35%	33, 10%

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan lanjutan yaitu pemeriksaan berat jenis dan penyerapan dari Tabel 5. terlihat bahwa berat jenis dan penyerapan memenuhi syarat spesifikasi.

Tabel 5 Hasil Pemeriksaan lanjutan (Berat jenis agregat)

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan Spesifikasi	Hasil Pemeriksaan (%)
SNI 03-1969-2008	Berat jenis Agregat Kasar		
	• Berat jenis curah	-	• 2,41
	• Berat jenis SSD	-	• 2,47
	• Berat jenis semu	-	• 2,56
	• Penyerapan	Maks, 3%	• 2,36%
	Berat jenis Agregat Sedang		
	• Berat jenis curah	-	• 2,40
	• Berat jenis SSD	-	• 2,43
	• Berat jenis semu	-	• 2,47
	• Penyerapan	Maks, 3%	• 1,33%
	Berat jenis Agregat Halus		
	• Berat jenis curah	-	• 2,34
• Berat jenis SSD	-	• 2,38	
• Berat jenis semu	-	• 2,44	
• Penyerapan	Maks, 3%	• 1,77%	

Hasil Pemeriksaan Aspal

Hasil pemeriksaan sifat aspal yaitu sebagaimana terlihat pada Tabel 4.4. Hasil ini menunjukkan bahwa sifat-sifat aspal memenuhi syarat spesifikasi.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil pemeriksaan aspal

Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	
	Aspal Pertamina pen. 60/70	Persyaratan
- Penetrasi	63.3	60-79
- Daktilitas	>100 cm	Min. 100 cm
- Titik Nyala	275 °C	Min. 200 °C
- Titik Bakar	280 °C	
- Titik Lembek	53.75°C	(46-54) °C
- Berat Jenis	1.030	Min. 1.0

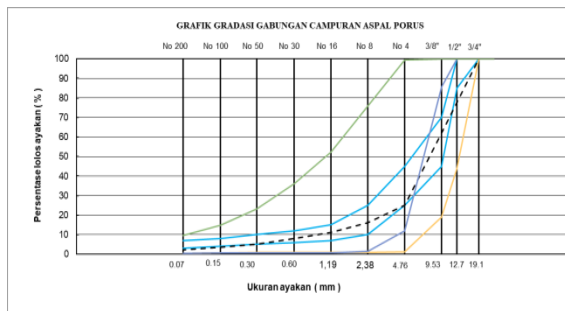
Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 revisi 3 Divisi 6

Perencanaan komposisi agregat gabungan

Gradasi gabungan untuk campuran aspal porus sesuai dengan spesifikasi khusus AAPA 2004, yaitu

Tabel 7. Gradasi campuran aspal porus
Spesifikasi : AAPA 2004

Uk. Ayakan	Agregat pecah				Gradasi	Spesifikasi	
	inch	mm	2/3"	5/10"		Abu Batu	atas
1"	25,40	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,05	100,00	100,00	100,00	100,00	85,00	100,00
1/2"	12,70	43,94	100,00	100,00	77,57	45,00	70,00
3/8"	9,53	19,14	85,56	100,00	61,88	25,00	45,00
#4	4,76	1,19	11,96	99,34	25,13	10,00	25,00
#8	2,38	1,01	1,43	75,78	16,13	7,00	15,00
#16	1,19	0,96	0,78	52,39	11,18	6,00	12,00
#30	0,60	0,91	0,77	36,11	7,89	5,00	10,00
#50	0,30	0,81	0,72	23,15	5,24	4,00	8,00
#100	0,15	0,65	0,64	14,76	3,47	3,00	7,00
#200	0,07	0,45	0,53	9,59	2,31	2,00	5,00
Agregat pecah					Agregat 10/20"	40,00%	
					Agregat 5/10"	40,00%	
					Agregat 0-5 mm	20,00%	
TOTAL							100,00%



Gambar 5. Grafik gradasi spesifikasi aspal porus

Perkiraan kadar aspal

$$PB = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18(\%Filler) + \text{Konstanta}$$

$$CA = 83,87\% \text{ (A. Kasar Tertahan Saringan no. 8)}$$

$$FA = 13,82\% \text{ (A. Halus Lolos saringan no. 8 dan Tertaha, Saringan no. 200)}$$

$$Filler = 2,31\% \text{ (A. Halus Lolos Saringan no. 200)}$$

$$PB = 4,974\% \text{ (Kadar aspal perkiraan)}$$

Sehingga kadar aspal perkiraan (PB dibulatkan menjadi 5.00%)

Hasil pengujian Marshall untuk mendapatkan kadar aspal optimum

Karakteristik campuran yang diperoleh akan ditentukan kadar aspal optimum yang akan di gunakan dalam rancangan campuran aspal porus

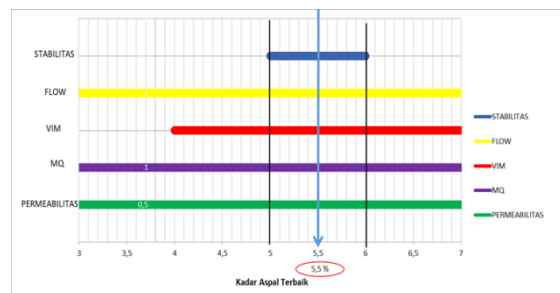
Tabel 8. Karakteristik hasil pengujian marshall

No	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal(%)				
			3%	4%	5%	6%	7%
1	Stabilitas (kg)	Min. 500	264	414	551	585	474
2	Flow(%)	2-6	2,4	3,0	3,4	3,6	3,6
3	VIM(%)	18-25	26,5	24,2	22,7	22,5	21,1
4	MQ (kg/mm)	Maks.400	113,0	147,1	163,6	163,4	133,1

Dari hasil pengujian *Marshall* pada Campuran aspal porus diperoleh nilai seperti, stabilitas, *flow*, VIM, MQ yang merupakan acuan untuk mendapatkan kadar aspal terbaik.

Kadar Aspal Terbaik dari Pengujian Marshall Campuran Aspal Porus

Dari hasil pengujian *Marshall* diatas kadar aspal terbaik untuk campuran aspal porus didapat kadar aspal terbaik 5,5%. Berikut adalah grafik kadar aspal terbaik dan tabel hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal terbaik untuk campuran aspal porus.



Gambar 6. Kadar aspal terbaik untuk campuran aspal porus

Gambar diatas menunjukkan bahwa kadar aspal terbaik untuk campuran aspal porus adalah 5,5% yang diambil dari hasil pemeriksaan kriteria Marshall.

Hasil Pengujian Permeabilitas Aspal Porus

Hasil pengujian permeabilitas ditunjukkan dari variasi kadar aspal 3%, 4%, 5%, 6%, 7% dengan masing-masing variasi kadar aspal dibuat 3 benda uji dan menghasilkan nilai koefisien permeabilitas dan volume atau rembesan air yang lolos masing-masing dengan kadar aspal 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.

Dari hasil pengujian ini menunjukkan hubungan antara kadar aspal dengan *permeabilitas* dimana bertambahnya kadar aspal maka nilai *permeabilitas* pada benda uji akan menurun, ini disebabkan karena bertambahnya

kadar aspal maka volume rongga yang ada pada benda uji semakin berkurang akibat tertutupnya rongga tersebut oleh film aspal sehingga waktu untuk mengalirkan air akan lebih lama

Tabel 9. Hasil pengujian koefisien permeabilitas

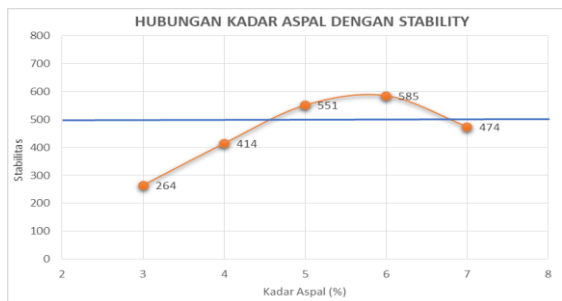
Kadar Aspal	N0	Waktu (second)	Volume 1 (cm ³)	Volume 2 (cm ³)	Rata-Rata V2 (cm ³)	Koefisien Permeabilitas	Rata-Rata Koeff. Permeabilitas
3%	1	39,09	981,25	307,72	301,86	0,50	0,49
	2	39,51	981,25	298,93		0,50	
	3	40,35	981,25	298,93		0,49	
4%	1	45,55	981,25	263,76	269,62	0,43	0,43
	2	45,02	981,25	281,34		0,44	
	3	46,13	981,25	263,76		0,42	
5%	1	50,21	981,25	246,18	231,52	0,39	0,38
	2	49,51	981,25	237,38		0,40	
	3	52,19	981,25	211,01		0,38	
6%	1	79,55	981,25	184,63	181,70	0,25	0,24
	2	77,05	981,25	184,63		0,25	
	3	80,06	981,25	175,84		0,24	
7%	1	121,21	981,25	123,09	82,06	0,16	0,17
	2	118,05	981,25	70,34		0,17	
	3	111,25	981,25	52,75		0,18	
						spesifikasi	0,1-0,5 cm/s

Pembahasan Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal

Dalam pembuatan benda uji untuk pengujian *Marshall*, dibuat tiga sampel benda uji tiap kadar aspal untuk mencegah apabila pada salah satu benda uji terjadi kesalahan teknis, dan juga dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Terhadap campuran yang telah dipadatkan sebagai benda uji dilakukan pengujian *Marshall*. Dengan mengevaluasi hasil pengujian didapat kadar aspal terbaik dari campuran aspal porus yaitu 5,7%.

Stabilitas

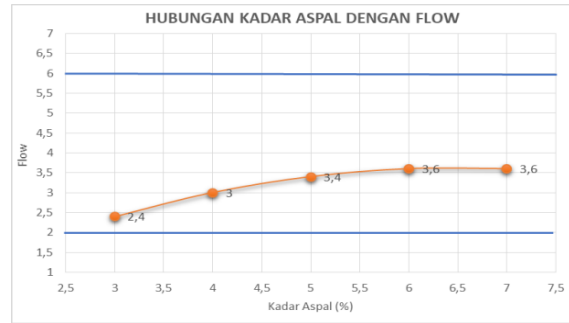
Dari hasil penelitian dapat dilihat kinerja aspal porus memiliki nilai stabilitas yang rendah pada kadar aspal perkiraan 3% yaitu sebesar 264 kg kadar aspal 4% memiliki nilai stabilitas 414 kg dan pada kadar aspal 5% dan 6% nilai stabilitas masuk pada syarat minimum yaitu 551 kg dan 585 kg dan di kadar aspal 7% nilai stabilitas turun menjadi 474 kg



Gambar 7. Grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas

Spesifikasi memberikan syarat minimum untuk nilai campuran aspal porus ialah sebesar 500kg

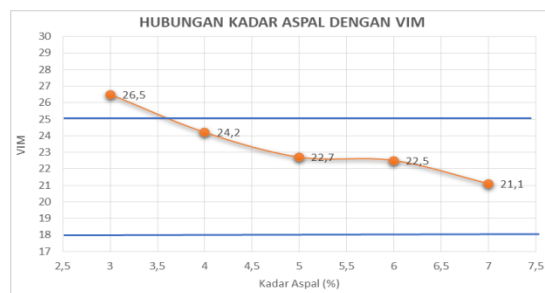
Flow



Gambar 8. Grafik hubungan kadar aspal dengan flow

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai nilai Flow pada rentang kadar aspal 3% - 7% berturut-turut yaitu 2,4 mm; 3 mm; 3,4 mm; 3,6 mm; dan 3,6 mm. Spesifikasi khusus aspal porus memberikan syarat minimum untuk Flow yaitu sebesar 2-6 mm.

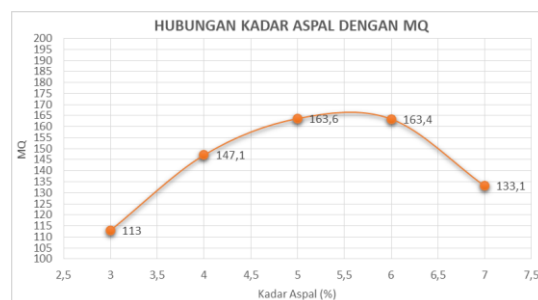
VIM (Void in Mix)



Gambar 9. Grafik hubungan kadar aspal dengan VIM

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai VIM pada rentang kadar aspal 3% memiliki nilai vim di 24,5% di atas syarat maksimum sedangkan 4% sampai 7% memiliki nilai VIM yaitu ; 24,2%; 22,7%; 22,5% dan 21,1%. Spesifikasi khusus aspal porus memberikan syarat yaitu sebesar 18 – 25 % untuk nilai VIM.

Marshall Question (MQ)



Gambar 10. Grafik hubungan kadar aspal dengan MQ

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai MQ pada rentang kadar aspal 3% - 4% berturut-turut yaitu 113 kg, 147,1 kg, 163,6 kg, 163,4 kg, 133,1 kg. Spesifikasi khusus aspal porus memberikan syarat maksimum yaitu sebesar 500 untuk nilai MQ.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa:

1. Agregat yang diperoleh dari Kakaskasen dapat digunakan untuk campuran aspal porus.
2. Hasil pengujian permeabilitas ditunjukkan dari variasi kadar aspal 3%, 4%, 5%, 6%, 7% dengan masing-masing variasi kadar aspal dibuat 3 benda uji dan menghasilkan nilai koefisien permeabilitas dan volume atau rembesan air yang lolos didapatkan rata-rata 213,35 dan memiliki rata-rata koefisien permeabilitas 0,342.
3. Dengan membuat benda uji berdasarkan spesifikasi gradasi khusus campuran aspal

porus diperoleh kadar aspal optimum 5,5 % Semakin besar kadar aspal nilai stabilitas semakin meningkat, namun demikian nilai stabilitas pada kadar aspal optimum didapat 570 kg untuk syarat minimal sebesar 500 kg. Semakin bertambahnya kadar aspal nilai *flow* yang dimiliki semakin tinggi, pada kadar aspal optimum nilai *flow* di dapat 3,5 mm sedangkan untuk nilai VIM berbanding lurus dengan koefisien permeabilitas karena semakin tinggi kadar aspal semakin kecil rongga dalam campuran, nilai VIM pada kadar optimum didapat 22,7% Pada kadar aspal optimum 5,5% dida[at nilai MQ sebesar 166 %.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka disarankan untuk campuran aspal porus dengan menggunakan material dari kakaskasen melakukan penelitian lebih lagi dengan campuran aspal yang lain dengan agregat yang sama ataupun menggunakan agregat yang berasal dari tempat lain dan perlu diadakan pula penelitian lanjutan tentang kinerja marshall Seiring dengan pengaruhnya kekuatan pada campuran perkerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ghulam R, M., Nariswari, W., Aryanto S, E., Gunawan, T., 2014. *Nilai Stabilitas Porous Asphalt Menggunakan Material Lokal*. Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi.
- Hendrik, Setiawan, A., Mashuri, 2014. *Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Agregat dari Loli dan Taipa*. Universitas Jember.
- Sarwono, D., 2017. *Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt*. Fakultas Teknik UNS.
- Sendow, Theo K., Oscar Hans Kaseke., L F Kereh., 2013. *Pengaruh Porositas Agregat terhadap Berat Jenis Maksimum Campuran*. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Standar Nasional Indonesia., SNI 03-1969-1990 *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Jakarta
- Standar Nasional Indonesia SNI 2417:1997 *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi los Angeles*, Jakarta
- Toruan, L. A., 2013. *Pengaruh Porositas Agregat Terhadap Berat Jenis Maksimum Campuran*. Universitas Sam Ratulangi Manado