

KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS DENGAN SUBSTITUSI GONDORUKEM PADA ASPAL PENETRASI 60/70

Leni Arlia¹, Sofyan M. Saleh², Renni Anggraini³

¹⁾ Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111,
email: arlialeny@yahoo.com

^{2,3)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111, email:
sofyan.saleh@unsyiah.ac.id², renni.anggraini@unsyiah.ac.id³

Abstract: Porous asphalt has low stability but has high permeability caused by the amount of voids in mixture. For that need to be added other materials to increase the value of the stability on a mixture of pavement. . In this study, the added material used is gum rosin. Gum rosin is obtained by distillation/distillation of the sap from the tree pinus merkusii shaped solid clear yellow to dark yellow. The objective of this research is to determine the characteristics of porous asphalt mixture by substituting gum rosin on asphalt penetration 60/70. The specimens preparation of Optimum Asphalt Content (OAC) followed Australian Asphalt pavement Association (AAPA) Method by parameter of Cantabro Loss (CL), Asphalt Flow Down (AFD), and Voids In Mix (VIM). Open graded aggregate was applied and variation in bitumen content of 4,5 %; 5%; 5,5%; 6%; and 6,5% excluding gum rosin. Marshall test and calculatio, CL, and AFD were conducted afterward to obtain OAC. Subsequently, the OAC obtained was used to prepare some specimens of the OAC with variations ± 0.5 from the OAC and gum rosin variations of 2%, 4%, 6%, and 8%. Permeability and durability test then required specimens at the best optimum asphalt content. Based on this research, the content of the best OAC was 5.56% with gum rosin content of 8% as bitumen substitution material. Besides, almost all parameter values met the specification of the AAPA (2004). The addition of rosin affect the value of the characteristic of Marshall, CL, and AFD, which increasing the value of stability, VIM, CL, and AFD along with the increasein percentage of gum rosin. According to the best OAC the value of stability was 554.81 kg, the value of VIM was 18.04%, the value of CL was 20.66%, and the value of AFD was 0.28%.

Keywords : Gum Rosin, Asphalt Penetration 60/70, Porous Asphalt, AAPA Method

Abstrak: Aspal porus memiliki stabilitas yang rendah namun memiliki permeabilitas tinggi yang disebabkan oleh banyaknya rongga dalam campuran. Untuk itu perlu ditambahkan material lain untuk meningkatkan nilai stabilitas pada campuran perkerasan. Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah gondorukem. Gondorukem merupakan hasil destilasi/penyulingan getah dari pohon pinus merkusii yang berbentuk padat berwarna kuning jernih sampai kuning tua. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus dengan substitusi gondorukem ke dalam aspal penetrasi 60/70. Pembuatan benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO) digunakan metode Australian Asphalt pavement Association (AAPA) dengan parameter nilai cantabro loss (CL), asphalt flow down (AFD), dan voids in mix (VIM). Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi terbuka dengan kadar aspal 4,5 %; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5% tanpa variasi penggunaan gondorukem. Selanjutnya dilakukan pengujian dan perhitungan Marshall, CL, dan AFD untuk mendapatkan KAO. Setelah KAO diperoleh, dibuat benda uji pada KAO dan variasi $\pm 0,5$ dari nilai KAO dengan variasi substitusi gondorukem sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8%. Berdasarkan hasil penelitian KAO terbaik pada 5,56% dengan substitusi 8% gondorukem, dimana semua parameternya telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan AAPA (2004). Penambahan gondorukem berpengaruh terhadap nilai karakteristik Marshall, CL, dan AFD, dimana meningkatkan nilai stabilitas, VIM, CL, dan AFD seiring dengan peningkatan persentase gondorukem. Pada KAO terbaik diperoleh nilai stabilitas sebesar 554,81 kg, nilai VIM sebesar

18,04%, nilai CL sebesar 20,66%, dan nilai AFD sebesar 0,28%.

Kata kunci : Gondorukem, Aspal Pen 60/70, Aspal Porus, Metode AAPA.

Salah satu tipe perkerasan yang dikembangkan pada lapisan permukaan ialah aspal porus. Di Amerika, Eropa, dan Australia, Aspal porus sudah sejak lama dikembangkan dan digunakan serta memberikan hasil yang cukup baik. Campuran Aspal porus merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur. Aspal porus adalah campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain. Menurut Diana (1995) aspal porus (*porous asphalt*) merupakan campuran beraspal panas 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 air jika hujan, sehingga air tidak tergenang di permukaan jalan.

Campuran beraspal porus ini umumnya mempunyai stabilitas yang rendah dan sangat tergantung dari mutu aspal sebagai bahan pengikat agregat, sehingga diperlukan aspal mutu tinggi yang merupakan aspal hasil modifikasi. Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah, penambahan ini dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat fisis aspal antara lain penetrasi, kekentalan (viskositas), dan titik lembek (Anonim, 2004). Salah satu alternatif penanggulangan langkanya aspal modifikasi ini adalah dengan pemanfaatan bahan-bahan lain yang dapat dijadikan sebagai bahan tambah, diantaranya

adalah pemanfaatan gondorukem.

Rianung (2007) melakukan aspal modifikasi dengan bahan campuran gondorukem dengan aspal panas jenis *asphalt concrete-binder course* (AC-BC) menyatakan bahwa penambahan bahan gondorukem sebanyak 2% menyebabkan semua parameter uji aspal dapat dipenuhi dan mempunyai karakteristik Marshall yang paling optimal. Idris (2016) menunjukkan bahwa penambahan karet gondorukem dalam aspal dengan penetrasi 80/100 sebagai bahan pengikat dapat meningkatkan nilai stabilitas menjadi lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanpa ada penambahan karet gondorukem. Dari variasi persentase dipilih penambahan karet gondorukem 7% yang layak untuk di rekomendasikan karena nilai stabilitasnya paling maksimum. Berdasarkan hipotesa di atas, maka perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh penggunaan gondorukem sebagai bahan substitusi aspal pen 60/70 terhadap karakteristik campuran aspal porus sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8% terhadap berat aspal.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

Campuran Aspal Porus

Affan (2006) menyebutkan campuran aspal porus merupakan campuran beraspal panas antara agregat bergradasi terbuka dengan aspal modifikasi dengan perbandingan tertentu. Campuran aspal porus dihampar dan dipadatkan pada permukaan perkerasan kedap

air. Air yang jatuh pada permukaan aspal porus meresap bebas ke permukaan lapisan di bawahnya, selanjutnya mengalir ke samping. Spesifikasi Aspal Porus yang dikutip dari *Australian Asphalt pavement Association* (AAPA) pada tahun 1997 dan 2004 disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Aspal Porus

No	Kriteria Perencanaan	Nilai	
		Tahun 1997	Tahun 2004
1	Uji <i>cantabro loss</i> (%)	< 20	< 35
2	Uji <i>Asphalt flow down</i> (%)	< 0.3	< 0.3
3	Stabilitas Marshall (kg)	≥ 500	≥ 500
4	Kelelahan Plastis (mm)	2 – 6	2 – 6
5	Kadar Rongga Udara (%)	10 – 25	18 – 25
6	Jumlah Tumbukan Perbidang	50	50

Sumber: AAPA (2004)

Material Aspal Porus

a. Aspal

Sukirman (2003) menyebutkan bahwa aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran atau 10-15% berdasarkan volume.

Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai modifikasi aspal yaitu polimer. Penggunaan polimer sebagai bahan untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir (Pei-Hung, 2000).

b. Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan

padat. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan prosentase volume. (Sukirman, 2003).

c. Gradasi agregat

Gradasi agregat merupakan distribusi partikel-partikel agregat berdasarkan ukurannya yang saling mengisi dan membentuk suatu ikatan saling mengunci (*interlocking*) sehingga dapat mempengaruhi stabilitas perkerasan (Bukhari, 2007).

Diana (1995) mengutip dari *Manual Japan Road Association* menyebutkan aspal porus sering juga disebut campuran aspal bergradasi terbuka (*open graded asphalt*). Zuliansyah (2011) mengutip dari AAPA (2004) persyaratan gradasi agregat pada campuran aspal porus disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel. 2 Gradasi Agregat Campuran Aspal Porus

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos	
	Agregat Maks. 10 mm	Agregat Maks. 14 mm
19,0	100	100
13,2	100	85 – 100
9,5	85 – 100	45 – 70
4,75	20 – 45	10 – 25
2,36	10 – 20	7 – 15
1,18	6 – 14	6 – 12
0,6	5 – 10	5 – 10
0,3	4 – 8	4 – 8
0,15	3 – 7	3 – 7
0,075	2 – 5	2 – 5
Total	100	100
Kadar Aspal	5,0 – 6,5	4,5 – 6,0

Sumber : AAPA (2004)

d. Gondorukem

Gondorukem adalah istilah yang digunakan sebagai sebutan umum untuk produk pengolahan getah dari pohon pinus *merkusii*. Gondorukem merupakan bahan padat dan mudah terbakar jika dicairkan. Bahan ini merupakan bahan yang sangat cepat menyerap panas ataupun api.

Karakteristik Campuran Aspal Porus

Diana (2004) menyebutkan karakteristik yang diisyaratkan untuk campuran aspal porus adalah: *density*, stabilitas, *flow*, rongga di dalam campuran (*voids in mixture*), *Marshall Quotient (MQ)*, permeabilitas, dan keawetan (*durability*).

Penentuan KAO

Penentuan KAO campuran aspal porus dalam penelitian ini menggunakan metode *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA). Aquina (2014) menyatakan penentuan KAO dengan metode AAPA hanya mensyaratkan tiga parameter yaitu VIM, *cantabro loss* (ketahanan terhadap pelepasan butir), dan *asphalt flow down* (aliran aspal ke bawah). Adapun cara penentuan KAO masih menggunakan metode AAPA (1997) dan spesifikasinya berdasarkan metode AAPA (2004).

Nilai spesifikasi penentuan KAO metode AAPA tahun 1997 dan tahun 2004 disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Spesifikasi penentuan KAO

No	Spesifikasi	Syarat	
		Tahun 1997	Tahun 2004
1.	<i>Cantabro loss</i> (%)	< 20	< 35
2	<i>Asphalt flow down</i> (%)	< 0,3	< 0,3
3.	Kadar rongga (VIM) (%)	10 - 25	18 - 25

Sumber : AAPA (2004)

METODE PENELITIAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat dan sifat-sifat fisis aspal penetrasi 60/70 dengan dan tanpa penggunaan gondorukem. Setelah semua hasil dari pemeriksaan sifat-sifat fisis material dan sesuai dengan spesifikasi, maka dilakukan perencanaan pembuatan benda uji.

Benda uji dibuat terdiri dari 2 (dua) kelompok yaitu :

1. Benda uji campuran aspal porus dengan aspal penetrasi 60/70 untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO).
2. Setelah KAO diperoleh, selanjutnya dibuat benda uji pada KAO dan variasi KAO $\pm 0,5$ dengan gondorukem sebagai bahan substitusi sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8% terhadap berat aspal.

Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan adalah batu kali yang dipecah dengan mesin pemecah batu yang berasal dari Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat yang dilakukan meliputi: berat jenis dan penyerapan, berat isi, kepipihan dan kelonjongan, kekerasan, dan keausan.

Aspal terlebih dahulu diperiksa sifat-sifat fisisnya baik dengan maupun tanpa substitusi gondorukem sebelum digunakan. Aspal yang dipakai dalam penelitian ini yaitu aspal keras penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina, sedangkan gondorukem didapat dari PT. Perhutani Pine Chemical Industry Kab. Pemalang Propinsi Jawa Tengah. Pemeriksaan sifat-sifat fisisnya yang meliputi berat jenis, penetrasi, daktilitas, dan titik lembek.

Pemilihan gradasi agregat

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi campuran aspal porus (gradasi terbuka) berdasarkan berdasarkan yang dikutip dari *Australian Asphalt Pavement Association* (2004), dengan menggunakan ukuran agregat maksimum 14 mm seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

Perencanaan Campuran

Kadar aspal yang digunakan berdasarkan *Australian Asphalt Pavement Association* (2004) dimana kadar aspal untuk ukuran agregat maksimum 14 mm yaitu antara 4,5% - 6% dari total berat campuran. Variasi yang digunakan sebanyak 5 variasi kadar aspal yang masing-masing berbeda 0,5%. Variasi kadar aspal yang dipilih sedemikian rupa, sehingga variasi kadar aspal yang diambil untuk pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah 4,5%; 5%; 5,5%; 6% dan 6,5% terhadap berat total campuran.

Setiap variasi kadar aspal dibuat 3 (tiga) benda uji, sehingga jumlah benda uji menjadi 15 buah benda uji untuk pengujian *Marshall*.

Untuk penentuan KAO dengan menggunakan metode AAPA (2004) dibuat lagi benda uji untuk pengujian CL dan AFD masing-masing variasi kadar aspal (4,5%; 5%; 5,5%; 6% dan 6,5%) sebanyak 3 (tiga) benda uji sehingga jumlah benda uji menjadi 15 buah benda uji. Jumlah keseluruhan untuk masing-masing pengujian yaitu untuk pengujian CL 15 buah benda uji dan untuk pengujian AFD 15 buah benda uji. Rancangan jumlah benda uji keseluruhan kelompok A (tanpa variasi substitusi gondorukem) yang digunakan adalah 45 buah benda uji.

Setelah didapatkan KAO, selanjutnya dibuat benda uji pada KAO dan variasi $\pm 0,5$ dari nilai KAO ((KAO-0,5), (KAO), (KAO+0,5)) dengan variasi substitusi gondorukem 2%, 4%, 6 %, dan 8%. Masing-masing variasi kadar aspal dibuat 3 (tiga) buah benda uji untuk masing-masing substitusi 2%, 4%, 6%, dan 8% gondorukem, sehingga jumlah benda uji untuk setiap variasi substitusi gondorukem adalah 9 benda uji. Total benda uji keseluruhan menjadi 36 buah benda uji untuk pengujian *Marshall*. Selanjutnya dibuat lagi benda uji untuk pengujian CL dan AFD masing-masing variasi kadar aspal sebanyak 3 (tiga) buah benda uji sehingga jumlah benda uji menjadi 9 buah. Jumlah keseluruhan untuk masing-masing pengujian yaitu untuk pengujian CL 36 buah benda uji dan untuk pengujian AFD 36 buah benda uji. Total benda uji keseluruhan menjadi 108 buah benda uji. Rancangan jumlah benda uji untuk kelompok B yang digunakan untuk pengujian *Marshall*, CL, dan AFD disajikan pada Tabel 4.

Total benda uji keseluruhan (kelompok A dan kelompok B) yang direncanakan dalam penelitian ini adalah sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Jumlah Benda Uji untuk Pengujian Marshall, CL, dan AFD

Kadar Gondorukem (%)	Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji untuk Kelompok B (dengan penggunaan Variasi gondorukem)		
		Pengujian Marshall	Pengujian Cantabro Loss	Pengujian Asphalt Flow Down (AFD)
2	KAO – 0,5	Y _{A11} Y _{A12} Y _{A13}	Y _{E11} Y _{E12} Y _{E13}	Y _{I11} Y _{I12} Y _{I13}
	KAO	Y _{A21} Y _{A22} Y _{A23}	Y _{E21} Y _{E22} Y _{E23}	Y _{I21} Y _{I22} Y _{I23}
	KAO + 0,5	Y _{A31} Y _{A32} Y _{A33}	Y _{E31} Y _{E32} Y _{E33}	Y _{I31} Y _{I32} Y _{I33}
4	KAO – 0,5	Y _{B11} Y _{B12} Y _{B13}	Y _{F11} Y _{F12} Y _{F13}	Y _{J11} Y _{J12} Y _{J13}
	KAO	Y _{B21} Y _{B22} Y _{B23}	Y _{F21} Y _{F22} Y _{F23}	Y _{J21} Y _{J22} Y _{J23}
	KAO + 0,5	Y _{B31} Y _{B32} Y _{B33}	Y _{F31} Y _{F32} Y _{F33}	Y _{J31} Y _{J32} Y _{J33}
6	KAO – 0,5	Y _{C11} Y _{C12} Y _{C13}	Y _{G11} Y _{G12} Y _{G13}	Y _{K11} Y _{K12} Y _{K13}
	KAO	Y _{C21} Y _{C22} Y _{C23}	Y _{G21} Y _{G22} Y _{G23}	Y _{K21} Y _{K22} Y _{K23}
	KAO + 0,5	Y _{C31} Y _{C32} Y _{C33}	Y _{G31} Y _{G32} Y _{G33}	Y _{K31} Y _{K32} Y _{K33}
8	KAO – 0,5	Y _{D11} Y _{D12} Y _{D13}	Y _{H11} Y _{H12} Y _{H13}	Y _{L11} Y _{L12} Y _{L13}
	KAO	Y _{D21} Y _{D22} Y _{D23}	Y _{H21} Y _{H22} Y _{H23}	Y _{L21} Y _{L22} Y _{L23}
	KAO + 0,5	Y _{D31} Y _{D32} Y _{D33}	Y _{H31} Y _{H32} Y _{H33}	Y _{L31} Y _{L32} Y _{L33}
Total		36 Buah	36 Buah	36 Buah
Total Keseluruhan		108		

Tabel 5. Rekapitulasi Jumlah Benda Uji Keseluruhan

Kelompok Benda Uji	Jumlah Benda Uji Keseluruhan		
	Pengujian Marshall	Pengujian Cantabro Loss	Pengujian Asphalt Flow Down
A	15	15	15
B	36	36	36
Total	51	51	51
Total Keseluruhan	153 buah benda uji		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang disajikan adalah hasil evaluasi penggunaan gondorukem sebagai bahan substitusi aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik campuran aspal porus. Namun disamping itu disajikan pula data-data hasil pemeriksaan terhadap bahan yang digunakan dalam campuran sebagai data pendukung yang meliputi hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat, hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal dengan dan tanpa penggunaan gondorukem, hasil evaluasi parameter Marshall, Cantabro Loss (CL) dan Asphalt Flow Down (AFD) pada variasi kadar aspal 4,5%; 5%; 5,5%; 6% dan 6,5% untuk memperoleh KAO campuran aspal porus, dan

evaluasi parameter Marshall, CL, dan AFD pada KAO dan variasi $\pm 0,5$ dari KAO.

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat

Dari hasil penelitian, sifat-sifat fisis agregat yang digunakan telah memenuhi syarat, kecuali nilai indeks kepipihan dan kelongkongan yang berada diatas 10% yaitu sebesar 17,18% dan 15,80%, akan tetapi di dalam spesifikasi Bina Marga 2006 uraian tentang agregat kasar terdapat ketentuan yang menyatakan apabila terdapat ketidaksesuaian, nilai tersebut dapat ditolerir.

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat

Sifat-sifat Fisis yang diperiksa	Satuan	Hasil	Syarat
Berat Jenis	-	2,775	Min. 2,5
Penyerapan	%	1,119	Maks. 3
Berat Isi	kg/dm ³	1,656	Min. 1
Indeks Kepipihan	%	17,18	Maks. 10
Indeks Kelonjongan	%	15,80	Maks. 10
Impact	%	8,94	Maks. 30
Keausan	%	15,00	Maks. 40

Hasil pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 dengan dan tanpa penggunaan gondorukem

Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal pen. 60/70 murni maupun dengan substitusi kombinasi gondorukem dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal Pen. 60/70 dengan Substitusi Gondorukem

Sifat-sifat Fisis Aspal	Kadar Gondorukem					Syarat
	0%	2%	4%	6%	8%	
Berat jenis	1,020	1,034	1,036	1,037	1,039	Min. 1
Penetrasi, 25°C; 100 g; 5 detik; 0,1 mm	64	59,56	58,33	56,22	52,11	50 - 70
Titik lembek, °C	48	54,5	56	56,5	57	Min.48
Daktilitas, 25 °C, cm	130	137	134,67	133,67	132,33	Min.50

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa substitusi gondorukem ke dalam aspal penetrasi 60/70 meningkatkan nilai berat jenis dan titik lembek, sedangkan daktilitas dan penetrasi semakin menurun seiring penambahan persentase gondorukem. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal banyak mengandung minyak atau air yang dapat

meningkatkan sifat *adhesive* (kelekatan) aspal dan tidak peka dengan suhu, tetapi perkerasan campuran aspal semakin kaku dan kurang plastis, sehingga durabilitasnya menurun.

Hasil pengujian Marshall, CL, dan AFD tanpa substitusi gondorukem untuk penentuan KAO

Hasil pengujian Marshall menghasilkan parameter-parameter *Marshall* yaitu : VIM, stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient*. Hasil pengujian CL dan AFD menghasilkan nilai CL dan AFD. Dari analisis hasil pengujian *Marshall*, CL dan AFD dengan variasi kadar aspal sebesar 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5% menggunakan gradasi terbuka diperoleh nilai KAO sebesar 5,56%.

Rekapitulasi hasil pengujian Marshall, Cantabro Loss (CL), dan Asphalt Flow Down (AFD) dengan variasi kadar aspal pada substitusi gondorukem 0% di sajikan pada Tabel 8.

Hasil pengujian Marshall, CL, dan AFD dengan substitusi gondorukem pada KAO dan ± 0,5 KAO

Setelah diperoleh KAO sebesar 5,56% maka dibuat benda uji dengan substitusi gondorukem 2%, 4%, 6%, dan 8% pada KAO dan ± 0,5 KAO. Rekapitulasi hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall, CL, dan AFD campuran aspal porus dengan variasi kadar aspal pada substitusi gondorukem 2%, 4%, 6%, dan 8% disajikan pada Tabel 9 sampai 12.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall, CL, dan AFD dengan Variasi Kadar Aspal

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi AAPA (2004)
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
1.	Stabilitas (kg)	408,65	462,51	490,47	432,99	365,79	Min. 500
2.	Flow Plastis (mm)	3,40	4,57	4,80	4,30	3,67	2 - 6
3.	MQ (Kg)	120,56	101,48	102,07	101,33	99,91	Max. 400
4.	Density (gr/cm ³)	1,95	1,99	2,04	2,05	2,08	-
5.	VIM (%)	24,20	22,00	19,53	18,69	16,80	18- 25
6.	Cantabro Loss (%)	28,14	21,16	18,50	14,15	11,10	Maks. 20
7.	Asphalt Flow Down (%)	0,14	0,21	0,24	0,27	0,37	Maks. 0,3

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian pada Substitusi Gondorukem 2%

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi AAPA (2004)
		5,06	5,56	6,06	
1.	Stabilitas (kg)	487,42	518,32	475,96	Min. 500
2.	Flow Plastis (mm)	4,00	3,93	5,20	2 – 6
3.	MQ (Kg)	122,12	133,48	91,55	Maks. 400
4.	Density (gr/cm ³)	2,27	2,28	2,29	-
5.	VIM (%)	11,22	10,09	8,71	18 – 25
6.	Cantabro Loss (%)	24,23	20,16	11,75	Maks. 35
7.	Asphalt Flow Down (%)	0,19	0,22	0,25	Maks. 0,3

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Pengujian pada Substitusi Gondorukem 4%

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi AAPA (2004)
		5,06	5,56	6,06	
1.	Stabilitas (kg)	465,16	529,20	525,72	Min. 500
2.	Flow Plastis (mm)	4,53	3,87	4,10	2 – 6
3.	MQ (Kg)	102,76	137,58	130,63	Maks. 400
4.	Density (gr/cm ³)	2,20	2,24	2,26	-
5.	VIM (%)	13,75	11,67	10,05	18 – 25
6.	Cantabro Loss (%)	25,65	20,52	10,83	Maks. 35
7.	Asphalt Flow Down (%)	0,22	0,26	0,28	Maks. 0,3

Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Pengujian pada Substitusi Gondorukem 6%

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi AAPA (2004)
		5,06	5,56	6,06	
1.	Stabilitas (kg)	485,68	513,64	523,65	Min. 500
2.	Flow Plastis (mm)	4,57	3,90	4,03	2 – 6
3.	MQ (Kg)	106,92	134,29	130,92	Maks. 400
4.	Density (gr/cm ³)	2,17	2,20	2,24	-
5.	VIM (%)	15,00	13,20	11,02	18 – 25
6.	Cantabro Loss (%)	26,24	20,64	13,68	Maks. 35
7.	Asphalt Flow Down (%)	0,27	0,31	0,32	Maks. 0,3

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Pengujian pada Substitusi Gondorukem 8%

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi AAPA (2004)
		5,06	5,56	6,06	
1.	Stabilitas (kg)	508,71	554,81	555,57	Min. 500
2.	Flow Plastis (mm)	4,47	3,93	3,80	2 – 6
3.	MQ (Kg)	114,61	143,02	147,65	Maks. 400
4.	Density (gr/cm ³)	2,06	2,08	2,13	-
5.	VIM (%)	19,14	18,04	15,24	18 – 25
6.	Cantabro Loss (%)	26,86	20,66	14,16	Maks. 35
7.	Asphalt Flow Down (%)	0,25	0,28	0,34	Maks. 0,3

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar aspal terbaik pada 5,56% dengan substitusi gondorukem 8% dimana semua parameternya telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan AAPA (2004). Nilai stabilitas campuran semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kadar gondorukem dalam campuran. Hal ini disebabkan karena gondorukem bercampur dengan aspal penetrasi 60/70 di dalam campuran, dimana pencampuran ini menyebabkan daya lekat aspal menjadi lebih baik sehingga mengakibatkan nilai stabilitas campuran semakin meningkat. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada kadar aspal optimum terbaik 5,56 % yaitu sebesar 554,81 kg sudah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan AAPA (2004) untuk lalu lintas sedang yaitu minimum 500 kg.

Nilai *flow* semakin menurun apabila kadar aspal semakin meningkat. Hal ini terjadi karena pengaruh penggunaan gondorukem ke dalam aspal penetrasi 60/70 yang menyebabkan aspal menjadi lebih keras, karena pencampuran antara aspal penetrasi 60/70 dengan gondorukem diketahui bahwa sifat aspal menjadi lebih keras dengan nilai penetrasi menjadi lebih kecil dan titik lembek meningkat. Nilai *flow* pada semua variasi gondorukem dan kadar aspal masih memenuhi spesifikasi campuran aspal porus yang disyaratkan AAPA (2004) yaitu berkisar antara 2mm – 6 mm.

VIM menunjukkan banyaknya persentase rongga dalam campuran. Nilai VIM secara umum mengalami penurunan sejalan

dengan penambahan kadar aspal. Semakin besar penggunaan gondorukem maka semakin kecil nilai pori-pori udara dalam campuran. Kondisi ini disebabkan karena pori-pori udara yang telah diisi oleh aspal dan mineral halus lainnya. VIM ini merupakan salah satu properties penting dalam desain campuran aspal porus, jenis konstruksi ini direncanakan khusus supaya sesudah penghamparan dan pemadatan di lapangan masih mempunyai rongga yang besar, sehingga jenis konstruksi ini memiliki sifat permeabilitas yang baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Semakin besar persentase gondorukem nilai stabilitas campuran juga semakin meningkat. Pada kadar aspal optimum terbaik 5,56 % dengan substitusi 8% gondorukem, nilai stabilitas diperoleh sebesar 554,81 kg dimana sudah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan AAPA (2004) untuk lalu lintas sedang yaitu minimum 500 kg.
2. Nilai kadar rongga dalam campuran semakin besar seiring dengan semakin besar kadar gondorukem, sebaliknya semakin besar kadar aspal semakin kecil nilai kadar rongga. Nilai VIM pada kadar aspal optimum terbaik diperoleh sebesar 18,04 %.
3. Peningkatan kadar aspal menyebabkan nilai *cantabro loss* semakin menurun dengan kata lain ketahanan campuran terhadap pelepasan butiran semakin besar. Nilai *cantabro loss* ada kadar aspal optimum terbaik diperoleh sebesar 20,66 %.

4. Semakin besar kadar aspal menyebabkan nilai *asphalt flow down* campuran juga ikut meningkat sehingga tingkat pemisahan aspal dengan agregat dalam campuran semakin besar. Nilai *asphalt flow down* pada kadar aspal optimum terbaik diperoleh sebesar 0,28 %.

Saran

1. Permeabilitas dalam penelitian ini hanya melihat aliran air arah vertikal ke bawah, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat diperhitungkan juga aliran arah horizontal.
2. Pada penelitian ini menggunakan ukuran gradasi rencana maksimum 14 mm, disarankan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan ukuran gradasi maksimum 10 mm.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

AASHTO, 1990, Standart Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing, 15th ed, AASHTO, Washington, DC

Affan.M, 2006, Studi Peranan Rongga Terhadap stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal Porus Akibat Penambahan Mortar, Tesis, Magister Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Anonim, 2004, Open Graded asphalt Design Guide, Australian Asphalt Pavement Association, Australia.

Bukhari, dkk, 2007, Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan Jalan Raya, Bidang Studi Teknik Transportasi

Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.

Diana, I.W, 1995, Aspal Porus, Fakultas Teknik, UNILA, Bandar Lampung.

Diana, I.W, 2004, Studi Rongga Menerus dan Kinerja Permeabilitas Perkerasan Aspal Porus Lapisan Ganda, Jurnal Transportasi, FSTPT, Vol 4, No. 2 Bandung.

Idral, M, 2016, Kinerja Perkerasan Aspal Porus Dengan Penambahan Karet Gondrukem, Fakutas Teknik, Universitas Andalas, Padang.

Pei-Hung, Y, 2000, A Study of Potential Use of Asphalt Containing Synthetic Polymers for Asphalt Paving Mixes, Hal. 2-10. USA: UMI.

Rianung, S, 2007, Kajian Laboratorium Pengaruh Bahan Tambah Gondrukem pada Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Nilai Propertis Marshall dan Durabilitas, Magister Teknik Sipil, UNDIP Semarang.

Saleh, M.S, Anggraini, R, Aquina, H, 2014, Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70, Jurnal Teknik Sipil, ITB.

Sukirman, S, 2003, Campuran Beraspal Panas, Penerbit Granit, Bandung.

Zuliansyah, A, 2016, Pengaruh Penggunaan Rubberized Asphalt Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sumatra Utara, Medan.