

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 01	NOMER: 01	HALAMAN: 65 - 70	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	---------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA.

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

- Vol 1 Nomer 1/rekat/17 (2017)

ANALISIS PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

Puspa Dewi Ainul Mala, Machfud Ridwan, 01 – 12

PEMANFAATAN SERAT KULIT JAGUNG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PLAFON ETERNIT

Dian Angga Prasetyo, Sutikno, 13 – 24

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT BAMBU PADA PLAFON GIPSUM DENGAN PEREKAT POLISTER

Tiang Eko Sukoko, Sutikno, 25 – 33

PENERAPAN SAMBUNGAN MEKANIS (METODE PEMBAUTAN) PADA BALOK DENGAN PERLETAKAN SAMBUNGAN $\frac{1}{2}$ PANJANG BALOK DITINJAU DARI KUAT LENTUR BALOK

Hehen Suhendi, Sutikno, 34 – 38

STUDI KELAYAKAN EKONOMI DAN FINANSIAL RENCANA PELEBARAN JALAN TOL WARU-SIDOARJO

Reynaldo B. Theodorus Tampang Allo, Mas Suryanto HS, 39 – 48

PENGARUH SUBSTITUSI *FLY ASH* DAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG DARAH PADA KUALITAS GENTENG BETON

Mohamad Ari Permadi, Sutikno, 49 – 55

PENGARUH PENAMBAHAN *SLAG* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN PERMEABILITAS PADA CAMPURAN PANAS (*HOT MIX*) ASPAL PORUS

Rifky Arif Laksono, Purwo Mahardi, 56 – 64

ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI KE DALAM ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS

Taufan Gerri Noris, Purwo Mahardi, 65 – 70



ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI KE DALAM ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS

Taufan Gerri Noris

S1 Teknik Sipil, Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Taufannoris@gmail.com

Abstrak

Aspal porus adalah campuran beraspal dengan presentase agregat halus yang rendah, sehingga menghasilkan rongga yang besar. Aspal porus terdiri atas komposisi agregat kasar yang lebih banyak agar memiliki daya serap air. Dalam pembuatannya, aspal porus memerlukan aspal dengan mutu tinggi. Penelitian ini menggunakan *Styrofoam* sebagai bahan substitusi ke dalam aspal penetrasi 60/70. Gradasi yang digunakan adalah gradasi terbuka dengan kadar aspal 4,0%; 4,5%; 5,0%; 5,5%; dan 6,0% tanpa variasi penggunaan *Styrofoam*. Kemudian dibuat benda uji pada KAO dengan variasi *Styrofoam* 11%; 13%; dan 15%.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh KAO sebesar 4,75% dan kadar *Styrofoam* terbaik pada 11%. Seluruh parameter telah memenuhi spesifikasi kecuali nilai VIM yang belum memenuhi spesifikasi Australian Asphalt Pavement Association 2004, yaitu 18%-25%. Nilai stabilitas yang didapatkan pada substitusi *Styrofoam* terbaik sebesar 569 kg dan nilai flow 2,7 mm, Nilai MQ dan permeabilitas 210,74 kg/mm dan 0,394 cm/detik, sedangkan nilai VIM mendapatkan 5,645%.

Kata kunci: *Aspal Porus, Styrofoam, Australian Asphalt Pavement Association 2004*

Abstract

Porous asphalt is asphalt mixture with a low percentage of fine aggregate, which is resulting in a large cavity. Porous asphalt composition consists of coarse aggregate that is more in order to have water absorption. Its manufacture requires porous asphalt with high quality of bitumen. The researcher used *Styrofoam* as a substitute material into the asphalt 60/70 penetration. Gradation used is open gradation with asphalt rate of 4.0%; 4.5%; 5.0%; 5.5%; and 6.0% without variations in the use of *Styrofoam*. Then, the researcher made the specimen on KAO with *Styrofoam* variation of 11%; 13%; and 15%.

Based on the research results, gained KAO at 4.75% and the best *Styrofoam* levels at 11%. The entire parameter has met specifications except VIM values which didn't meet the specifications of Australian Asphalt Pavement Association 2004, that was 18% -25%. Value stability obtained in *Styrofoam* best substitution of 569 kg and a flow value of 2.7 mm. Value MQ and permeability 210.74 kg/mm and 0.394 cm/sec, while the value of VIM got 5.645%.

Keywords: *Porous Asphalt, Styrofoam, Australian Asphalt Pavement Association 2004*

PENDAHULUAN

Aspal porus adalah campuran beraspal dengan presentase agregat halus yang rendah, sehingga menghasilkan rongga yang besar. Rongga tersebut dapat menurunkan nilai karakteristik campuran aspal porus. Aspal porus merupakan salah satu campuran beraspal yang memiliki tingkat kekesatan permukaan yang tinggi. Campuran aspal porus merupakan campuran beraspal yang dikembangkan untuk konstruksi *wearing course* (Zuliansyah, 2011). Aspal porus didesain dengan porositas lebih tinggi dibandingkan dengan jenis perkerasan yang lain. Sifat porus diperoleh karena campuran aspal porus menggunakan proporsi agregat halus lebih sedikit dibandingkan campuran jenis yang lain (Djumari & Sarwono, 2009). Kandungan rongga atau pori dalam jumlah yang besar dapat menghasilkan kondisi permukaan agak kasar, sehingga akan mempunyai tingkat kekesatan yang tinggi. Selain itu, tingginya kandungan porositas dapat berfungsi sebagai saluran

drainase di dalam campuran. Menurut Affan (2006) campuran aspal porus merupakan campuran beraspal panas antara agregat bergradasi terbuka dengan aspal modifikasi yang memiliki kadar perbandingan tertentu. Campuran aspal porus dihampar dan dipadatkan pada permukaan perkerasan kedap air, sehingga air yang jatuh pada permukaan aspal porus meresap bebas ke permukaan lapisan di bawahnya.

Material penyusun aspal porus adalah aspal agregat dan filler. Aspal adalah material termoplastik yang akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah (Sukirman, 2003). Artinya, aspal memiliki kepekaan terhadap perubahan temperatur, yang dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspal walaupun mempunyai nilai viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Berdasarkan pengolahannya, Bukhari (2007) membedakan agregat siap pakai dan agregat yang perlu diolah, sedangkan berdasarkan bentuknya, butir agregat dikelompokkan atas agregat

berbentuk bulat, kubus, lonjong, pipih, dan tak beraturan. Bentuk butir yang paling baik sebagai perkerasan jalan adalah kubus atau bersudut. Sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2010, bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM CI36: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya kecuali untuk mineral asbuton. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) min. 1% dari berat total agregat.

Aspal porus sering juga disebut dengan campuran aspal bergradasi terbuka (Diana, 1995). Persyaratan gradasi pada campuran aspal porus seperti ditentukan oleh spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association* tahun 2004 dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Gradasi Agregat Campuran Aspal Porus

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos	
	Ag. Maks. 10 mm	Ag. Maks.14 mm
19,000	100	100
13,2	100	85 – 100
9,53	85 – 100	45 – 70
6,7	30 – 70	25 – 45
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	5,5 – 6,5	4,5 – 6,0

(Sumber: *Australian Asphalt Pavement Association* tahun 2004)

Menurut Aquina, dkk (2014) stabilitas campuran aspal porus sangat bergantung dengan mutu aspal sebagai bahan pengikat agregat, sehingga untuk campuran aspal porus diperlukan aspal mutu tinggi yang merupakan hasil modifikasi, yaitu mencampurkan aspal keras dengan suatu bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat fisis aspal. Ananta (2011) menyebutkan bahwa aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah untuk memperoleh hasil yang bisa memperbaiki sifat-sifat fisis aspal. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan material limbah pada campuran perkerasan jalan. Material limbah tersebut dapat berupa *Styrofoam*.

Styrofoam (Polystyrene) adalah salah satu jenis plastik yang digunakan untuk campuran aspal polimer

(Nurminah, 2002). Aquina, dkk (2014) menyatakan bahwa *Styrofoam* merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang tersusun dari butiran dengan kerapatan rendah yang mempunyai bobot cukup ringan. *Styrofoam* atau yang dikenal juga sebagai *expanded polysterene* dihasilkan dari *styrene* ($C_6H_5CH_2CH_2$), yang mempunyai gugus *phenyl* (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul (Sudipta & Sudarsana, 2009).

penelitian yang dilakukan oleh Mashuri dan Batti (2011) penggunaan *Styrofoam* pada rentang 6,0% sampai 12,0% bisa meningkatkan nilai stabilitas Marshall pada beton aspal, dimana variasi *Styrofoam* yang digunakan adalah 6%, 8%, 10% dan 12%. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Aquinna, dkk (2014) mengenai pengaruh substitusi *Styrofoam* terhadap karakteristik campuran aspal porus memperoleh hasil bahwa semakin besar presentase *Styrofoam* maka nilai yang didapatkan untuk stabilitas campuran juga semakin meningkat. Namun, dengan variasi penggunaan *Styrofoam* sebesar 5%, 7%, dan 9% nilai stabilitas yang diperoleh secara maksimum adalah sebesar 495,92kg.

Berdasarkan hipotesa tersebut, maka penulis melakukan penelitian dengan menggunakan presentase variasi *Styrofoam* sebesar 11%, 13%, dan 15% terhadap berat total aspal untuk mendapatkan hasil Marshall dan Permeabilitas yang disyaratkan oleh AAPA 2004, sehingga judul penelitian yang dilakukan penulis adalah *Analisa Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Substitusi ke dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus*.

METODE

Tahapan pertama penelitian ini adalah dengan melakukan studi pustaka sebagai acuan untuk melakukan penelitian, setelah itu dilakukan pemeriksaan sifat fisik material yang digunakan apakah sesuai dengan spesifikasi. Kemudian dilakukan penentuan kadar aspal rencana untuk menentukan kadar aspal yang digunakan. Setelah semua selesai, maka dibuat benda uji penelitian dengan dan tanpa penggunaan *Styrofoam*, benda uji yang dibuat tanpa penggunaan *Styrofoam* digunakan untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO), dan kontrol. Setelah benda uji dibuat, kemudian dilakukan uji Marshall dan Permeabilitas untuk menentukan nilai KAO. Setelah KAO diperoleh, kemudian dilakukan pembuatan benda uji dengan menggunakan substitusi *Styrofoam* sebesar 11%, 13%, dan 15% terhadap berat total aspal. Kemudian dilakukan uji Marshall dan Permeabilitas, dan yang terakhir adalah menganalisis pengujian.

Data penelitian secara keseluruhan diperoleh dari hasil pengujian di Laboratorium, yaitu berupa data hasil pengujian agregat (kasar, halus, dan *filler*), aspal, dan data hasil pengujian terhadap campuran aspal porus dengan metode marshall. Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Aspal PT.Merakindo Mix, Dusun Larangan Rt.09/Rw.04, Desa Krikilan Km.27 Kecamatan Driyorejo, Gresik. Alat yang digunakan sebagian besar meliputi alat uji Marshall, alat uji Permeabilitas, oven, compactor, dan water bath. Penelitian ini dilakukan

untuk mengetahui apakah aspal dengan menggunakan substitusi *Styrofoam* dapat memenuhi nilai Marshall dan Permeabilitas yang disyaratkan *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA) tahun 2004.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan penulis untuk menganalisa pemanfaatan limbah *Styrofoam* sebagai bahan substitusi aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik campuran aspal porus. Hasil pengujian Marshall dan Permeabilitas yang dilakukan tanpa penggunaan *Styrofoam* untuk menentukan nilai KAO dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall dan Permeabilitas KAO

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal					Spesifikasi
		4%	4,50%	5%	5,50%	6%	
1	Stabilitas (kg)	471	550	550	569	563	Min. 500
2	Flow (mm)	2,90	3,10	2,70	1,90	1,70	2 - 6
3	MQ (kg/mm)	162,41	177,42	203,70	299,47	331,18	Maks. 400
4	VIM (%)	5,985	5,308	4,374	3,631	3,658	18 - 25
5	Tumbukan perbidang	50	50	50	50	50	50
6	Permeabilitas (cm/det)	0,52	0,57	0,43	0,42	0,58	> 0,01

Dari hasil pengujian tabel 2 yang dilakukan untuk mendapatkan nilai KAO mendapatkan nilai KAO sebesar 4,75%. Kemudian dari hasil tersebut dilakukan pembuatan benda uji dengan substitusi *Styrofoam*

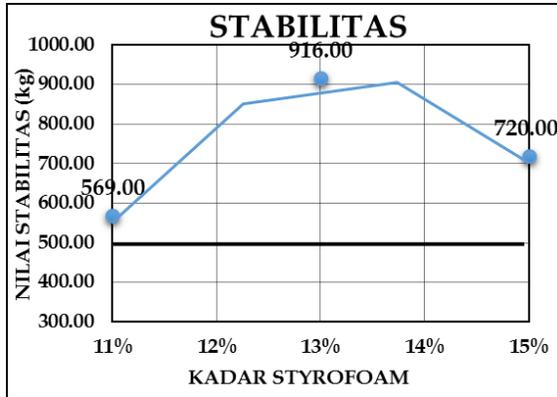
dengan variasi kadar sebesar 0% (kontrol), 11%, 13%, dan 15%. Hasil pengujian Marshall dan Permeabilitas yang dilakukan dengan substitusi *Styrofoam* dapat dilihat pada table 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan substitusi *Styrofoam*

No	Karakteristik Campuran	Kadar <i>Styrofoam</i>				Spesifikasi
		0%	11%	13%	15%	
1	Stabilitas (kg)	511	569	916	720	Min. 500
2	Flow (mm)	3	2,7	2,1	2,2	2 - 6
3	MQ (kg/mm)	170,33	210,74	436,19	327,27	Maks. 400
4	VIM (%)	7,990	5,645	5,524	5,242	18 - 25
5	Tumbukan perbidang	50	50	50	50	50
6	Permeabilitas (cm/det)	0,449	0,490	0,470	0,361	> 0,01

Tabel 3 adalah menunjukkan rekapitulasi dari beberapa pengujian yang dilakukan dengan 0% kadar *Styrofoam*, artinya pengujian tersebut dilakukan sepenuhnya menggunakan aspal penetrasi 60/70 dan tanpa menggunakan *Styrofoam* sebagai bahan substitusi aspal. Tabel tersebut juga menunjukkan rekapitulasi

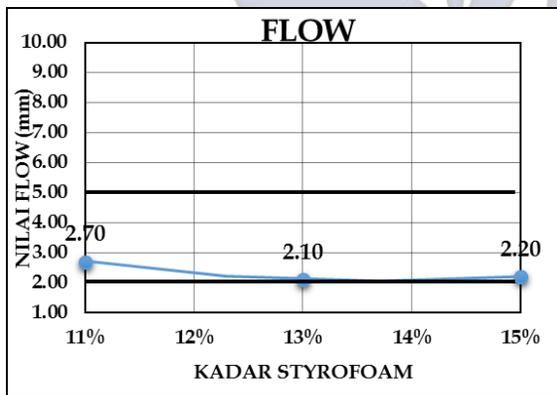
hasil dari pengujian campuran aspal dengan substitusi *Styrofoam* yang masing-masing variasi kadar *Styrofoam* sebesar 11%, 13%, dan 15%. Berdasarkan data-data di atas maka dapat dibuat grafik stabilitas, flow, MQ, VIM, dan Permeabilitas yang dapat dilihat pada gambar gambar 1, 2, 3, 4, dan 5.



Gambar 1. Grafik Stabilitas dengan Kadar *Styrofoam*

Gambar di atas menunjukkan grafik dari nilai stabilitas Marshall. Pengujian dengan variasi kadar *Styrofoam* 11%, 13%, dan 15% memenuhi syarat dari AAPA 2004 yaitu minimal 500 kg. Nilai tertinggi didapat pada kadar *Styrofoam* 13% dengan nilai 915 kg.

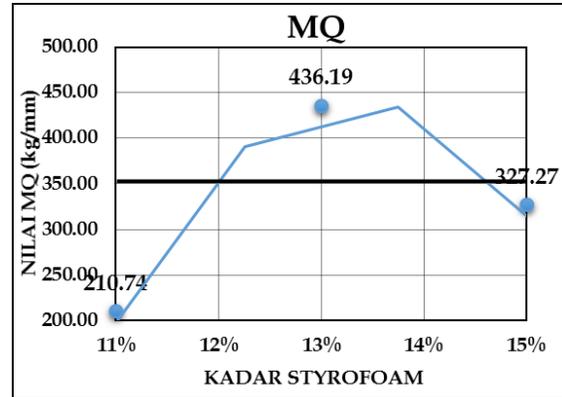
Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa penambahan *Styrofoam* dapat meningkatkan nilai stabilitas Marshall, namun demikian semakin bertambahnya kadar *Styrofoam* yang digunakan maka nilai stabilitas juga akan menurun.



Gambar 2. Grafik Flow dengan Kadar *Styrofoam*

Gambar di atas menunjukkan grafik dari nilai kelelahan Marshall atau flow. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa kadar *Styrofoam* 11%, 13%, dan 15% memenuhi syarat dari AAPA 2004 yaitu 2 mm sampai 6 mm.

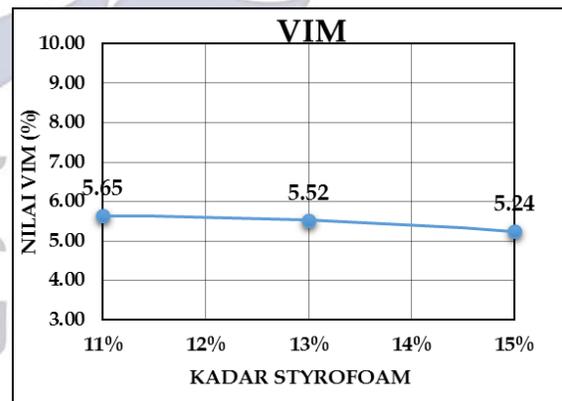
Nilai flow atau kelelahan Marshall berbanding terbalik dengan stabilitas Marshall. Pada gambar 2 menunjukkan keruntuhan campuran beraspal, semakin bertambahnya kadar *Styrofoam* nilai flow mengalami penurunan. Sebaliknya, pada kadar *Styrofoam* 15% mengalami kenaikan.



Gambar 3. Grafik MQ dengan Kadar *Styrofoam*

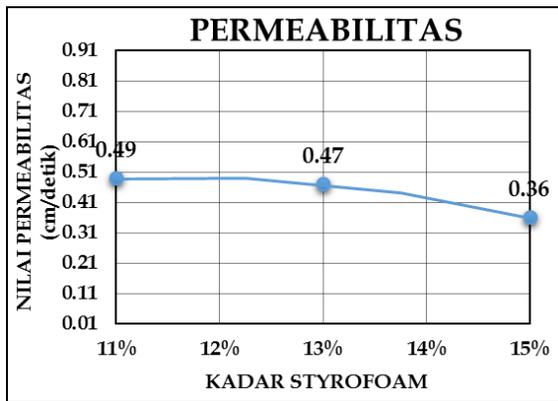
Gambar 3. menunjukkan grafik dari kekakuan Marshall (MQ). Dari variasi kadar *Styrofoam* 11% dan 15% memenuhi syarat dari AAPA 2004 yaitu maksimal 400 kg/mm. Kadar 13% belum memenuhi standar AAPA 2004, karena melebihi nilai maksimum yang disyaratkan. Nilai tertinggi terdapat pada kadar *Styrofoam* 13% yaitu 436,19 kg/mm dan nilai terendah sebesar 210,74 kg/mm terdapat pada kadar *Styrofoam* 11%.

Nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas Marshall dan kelelahan Marshall atau flow, maka aspal dengan substitusi *Styrofoam* terhadap MQ menyebabkan campuran aspal mengalami tingkat kekakuan yang tinggi



Gambar 4. Grafik VIM dengan Kadar *Styrofoam*

Gambar di atas menunjukkan nilai dari VIM atau rongga dalam campuran. Pada grafik tersebut menunjukkan penurunan nilai VIM. Nilai terbesar dari hasil pengujian didapatkan pada kadar *Styrofoam* 11% dengan nilai 5,645% dan nilai terkecil pada kadar aspal 15 % dengan nilai 5,242%. Dilihat dari gambar 4.12 semakin bertambahnya kadar *Styrofoam* nilai VIM semakin menurun.



Gambar 5. Grafik Permeabilitas dengan Kadar Styrofoam

Gambar 4.13 menunjukkan grafik dari Permeabilitas. Dari variasi kadar Styrofoam 11%, 13%, dan 15% memenuhi syarat dari AAPA 2004 yaitu minimal 0,01 cm/detik. Dari semua kadar styrofoam, nilai tertinggi terdapat pada kadar 11% yaitu 0,490 cm/detik. Nilai Permeabilitas menunjukkan aliran air ke bawah yang melalui rongga dalam campuran, nilai permeabilitas sangat dipengaruhi oleh nilai VIM atau rongga dalam campuran, karena apabila nilai VIM menurun maka nilai permeabilitas juga semakin kecil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak PT. Merakindo Mix yang telah memberikan dukungan ataupun bantuan dari segi material dan alat demi kelancaran dan kesuksesan penelitian aspal porus dengan substitusi Styrofoam.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian, pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai kadar aspal optimum (KAO) dengan rancangan gradasi agregat dan rentang aspal 4,0% sampai dengan 6,0% yang digunakan mendapatkan nilai sebesar 4,75%.
2. Penggunaan Styrofoam ke dalam aspal penetrasi 60/70 cenderung mengalami penurunan nilai penetrasi aspal dan aspal menjadi lebih keras. Aspal dengan variasi kadar Styrofoam 11%, 13%, dan 15% mendapatkan nilai penetrasi tertinggi sebesar 42,67mm yang terapat pada kadar Styrofoam sebesar 11%.
3. Berdasarkan hasil, aspal dengan substitusi Styrofoam dapat memenuhi nilai marshall dan permeabilitas pada kadar Styrofoam sebesar 11%, dengan nilai stabilitas 569 kg yang berarti nilai tersebut memenuhi standar AAPA

2004 yaitu minimal 500 kg. Selanjutnya, nilai flow yang didapatkan sebesar 2,7 mm sehingga memenuhi standar AAPA 2004 yaitu 2-6 mm. Nilai MQ mendapatkan hasil sebesar 210,74 kg/mm sehingga memenuhi persyaratan yaitu maksimal 400 kg/mm. Dan kemudian permeabilitas mendapatkan nilai sebesar 0,394 cm/detik yang berarti nilai tersebut memenuhi persyaratan yaitu minimal 0,01 cm/detik.

Saran

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan standarisasi AAPA 2004 untuk mendapatkan nilai marshall dan permeabilitas, sehingga dapat mengetahui hasil presentase pengaruh substitusi Styrofoam yang terbaik. Oleh karena itu, untuk penelitian yang akan datang, penulis menyarankan agar:

1. Dalam penelitian selanjutnya disarankan untuk melanjutkan pengujian Cantabro loss dan uji Aliran Aspal ke Bawah.
2. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan aspal dengan penetrasi yang lebih tinggi agar dapat digunakan pada daerah dengan suhu yang rendah.
3. Penelitian sejenis dapat dilakukan dengan menggunakan variasi kadar styrofoam yang berbeda.
4. Penelitian selanjutnya perlu dicoba dengan menggunakan bahan substitusi lainnya.
5. Penelitian ini dilakukan penulis dengan menggunakan cara basah dalam melakukan pencampuran. Diharapkan penelitian selanjutnya bisa menggunakan cara kering dalam pencampuran aspal.

REFERENSI

- Affan, M., 2006. *Studi Peranan Rongga Terhadap Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal Porus Akibat Penambahan Mortar*, Tesis Teknik Sipil, Pascasarjana Universitas Syiah Kuala. D.I. Aceh.
- Ananta, K., 2011. *Aspal Modifikasi*. Makalah Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Lampung. Lampung.
- Anonim, 2010. *Spesifikasi Umum 2010, Divisi 5 Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen*, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Australian Asphalt Pavement Association, 2004, *National Asphalt Specification*. Australia.
- Aquina, H., dkk., 2014. *Pengaruh Substitusi Styrofoam Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap*

- Karakteristik Campuran Aspal Porus*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 3, Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, Agustus 2014. D.I. Aceh.
- Bukhari dkk, 2007, *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Diana A., 1995. *Aspal Porus*. Laporan Penelitian Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum Puslitbang Jalan dan Jembatan*, Edisi 6 Perkerasan Beraspal, Biro Penerbit PU. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Djumari & Sarwono, D., 2009. *Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal Dengan Metode Penempatan Kering*. Jurnal Teknik Sipil Vol. IX., Universitas Sebelas Maret, Januari 2009. Solo.
- Mashuri, 2010, *Karakteristik Aspal Sebagai Bahan Pengikat yang Ditambahkan Styrofoam*, Jurnal SMARTek, Vol. 8, No. 1 Februari 2010.
- Mashuri & Batti, 2011, *Pemanfaatan Material Limbah Pada Campuran Panas*, Makalah Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Tadulako. Palu.
- Mujiarto, I., 2005. *Sifat dan Karakteristik Material Plastik*. Jurnal Traksi Vol. 3, Desember 2005. Jakarta.
- Nurminah, M., 2002 *Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan yang Dikemas*, Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Sumatra Utara.
- Sitanggang. YL., 2010. *Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Beton Aspal*. Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sudipta, I. G. K. dan Sudarsana, K. 2009. *Permeabilitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Udayana. Vol. 13 (2).
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Penerbit Granit.
- Zuliansyah, A., 2011. *Pengaruh Penggunaan Rubberized Asphalt Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus*. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara. Medan.