

Analisis Pengaruh *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Campuran *Hot Mix Asphalt* untuk Lapis Perkerasan AC-Base

*Surianti Surianti¹, Irzal Agus²

¹Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia

*surianti@unidayan.ac.id

Abstrak

Fly ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara yang dapat di manfaatkan sebagai *filler*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* (Abu Terbang) Limbah Batu Bara Sebagai Pengganti Sebagian *filler* Pada Campuran *Hot Mix Asphalt* Untuk Lapis Perkerasan AC-BASE terhadap karakteristik *Marshall Test*. Penelitian ini menggunakan metode cara *Trial And Error*. Benda uji dipadatkan dengan pemadatan yaitu 2x112 tumbukan. Variasi kadar aspal yaitu : 6% sedangkan variasi kadar *filler* limbah batu bara yaitu : 0%, 1%, 2% dan 3%. masing-masing varian dibuat 5 sampel benda uji, sehingga total benda uji sebanyak 20 buah kemudian dilakukan pengujian *Marshall Test*. Sehingga diperoleh hasil penelitian dengan Nilai Kepadatan (*Density*) dan Nilai VFB tertinggi terdapat pada kadar *fly ash* 0%, kadar aspal 6% sebesar 2,238 gr/cm³ dan 45,90 %, Nilai VIM / Porositas dan Nilai VMA tertinggi terdapat pada kadar *fly ash* 2%, kadar aspal 6% sebesar 11,69 % dan 21,57 %, Nilai Stabilitas dan Nilai MQ terdapat pada kadar *fly ash* 1%, kadar aspal 6% sebesar 2158,27 kg dan 527,73 kg/mm. Sedangkan untuk kadar kelelahan (*flow*) yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 terdapat pada kadar *fly ash* 0% 1% dan 2%.

Kata kunci : *hot mix, asphalt, fly ash, marshall test*

Pendahuluan

Perkerasan aspal banyak digunakan dalam konstruksi jalan raya karena nyaman dalam berkendara dan efisiensi biaya. Namun, kerusakan mulai terjadi setelah jalan dibuka untuk digunakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas, penuaan aspal, dan kondisi lingkungan seperti kerusakan kelembaban, pengaruh suhu, dan radiasi matahari. Sementara itu, retakan mikro mulai berkembang di perkerasan aspal, dan pada suatu saat akan menjadi masalah, misalnya, keretakan, lubang, retakan, dan lain-lain (S. Xu dkk,2018). Kerusakan semacam ini membahayakan keselamatan jalan, sehingga membutuhkan pemeliharaan yang mahal.

Hot Mix Asphalt merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Jenis perkerasan ini mempunyai sifat yang fleksibel sehingga mempunyai kenyamanan bagi pengendara sehingga permintaan perkerasan tersebut semakin meningkat. Campuran *Hot Mix Asphalt* terdiri dari agregat kasar, agregat halus, agregat halus dan *filler*.

Menurut penelitian sebelumnya, menggunakan berbagai jenis pengisi dalam campuran aspal dapat mengubah karakteristiknya

(D. Movilla-Quesada dkk, 2015) Dalam penelitian ini, abu terbang, yang dikenal sebagai polutan lingkungan, digunakan untuk meningkatkan laju pemanasan gelombang mikro pada pengisi aspal.

Filler yang disebut juga bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan *filler* yang umum digunakan adalah jenis *filler* abu (debu) batu. Bahan *filler* yang dimaksud adalah abu terbang batu bara dari Buton Tengah. Abu terbang batu bara adalah partikel halus yang merupakan endapan dari tumpukan bubuk hasil pembakaran batu bara (M. Ahmaruzzaman,2010). Abu terbang batu bara termasuk dalam kategori limbah industri yang mempunyai potensi sangat tinggi untuk digunakan dalam konstruksi jalan raya. Abu terbang batu bara dapat dijadikan sebagai mineral *filler* karena ukuran partikelnya yang sangat halus, dan dari beberapa literatur penelitian yang dilakukan sebelumnya, abu terbang batu bara mengandung unsur *pozzolan*, sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi rongga dan pengikat (S. Tapkin, 2008, S. Likitlersuang dkk, 2016).

Bedasarkan obeservasi, abu terbang batubara selama belum dimanfaatkan secara berarti dan hanya dibiarkan menumpuk menjadi limbah buangan disekitar wilayah PLTU. Oleh karena itu maka dicoba melakukan suatu penelitian

eksprimen tentang pemanfaatan abu terbang batu bara sebagai *filler* pada campuran *hot mix asphalt* untuk lapisan perkerasan Ac-Base. Pada penelitian ini akan menitikberatkan sejauh mana pengaruh variasi kadar *filler* abu terbang batu bara terhadap karakteristik campuran beton aspal, sehingga nantinya dapat diketahui karakteristik campuran sehubungan dengan perubahan kadar *filler* tersebut. Dan diharapkan nantinya abu terbang batu bara yang dulunya merupakan bahan buangan dapat dimanfaatkan sebagai bahan *filler* alternatif dalam konstruksi jalan raya.

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan *fly ash* (abu terbang) Limbah Batu bara sebagai pengganti sebagian *filler* terhadap karakteristik Marshall pada campuran *Hot Mix Asphalt*.

Metode Penelitian

Bahan Baku

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Agregat Kasar batu pecah sorawolio yang bersumber dari PT. Lakina wolio, Agregat Halus (pasir) yang bersumber dari Kecamatan Batauga, Filler (*Fly ash*) Limbah Batubara yang bersumber dari PT. Lakina Wolio dan Aspal yang digunakan adalah Aspal AC penetrasi 60/70.

Percobaan

Tahapan prosedur Langkah-langkah pelaksanaan pengujian yaitu benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 30-40 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) untuk benda uji yang menggunakan aspal padat, untuk benda uji yang menggunakan aspal cair masukkan benda uji ke dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap 25°C ($\pm 1^\circ\text{C}$). Setelah 2 jam benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan dan Pasang segmen atas di atas benda uji kemudian letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji pengukur alir (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol lalu Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai

atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (*stability*) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm, koreksilah bebannya dengan faktor perkalian yang bersangkutan kemudian catat nilai alir (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Untuk pengujian material dilakukan dengan mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal Tahun 2010 yang meliputi: pemeriksaan karakteristik agregat (batu pecah, Pasir, Abu Batu). Adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spec	
					Min	Max
A. Agregat Kasar (Batu Pecah) dari Sorawolio						
1	Bulk	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,75	2,5	-
2	Apparent	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,54	2,5	-
3	Effektif	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,61	2,5	-
4	Absorsi	%	SNI03-1969-1991	2,41	-	3
5	Bahan Lolos 200	%	SNI03-4142-1991	0,75	-	1
B. Agregat Halus (Pasir) dari Batauga						
1	Bulk	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,96	2,5	-
2	Apparent	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,75	2,5	-
3	Effektif	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,82	2,5	-
4	Absorsi	%	SNI03-1969-1991	2,60	-	3
5	Bahan Lolos 200	%	SNI03-4142-1991	0,92	-	1
C. Abu Batu dari Sorawolio						
1	Bulk	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,85	2,5	-
2	Apparent	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,66	2,5	-
3	Effektif	gr/cc	SNI03-1969-1991	2,73	2,5	-
4	Absorsi	%	SNI03-1969-1991	2,60	-	3
5	Bahan Lolos 200	%	SNI03-4142-1991	7,84	-	8

Sumber : Hasil analisa data

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi umum bina marga tahun 2010 untuk digunakan pada campuran Laston (*AC-BASE*).

Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Pen 60/70
 Pemeriksaan sifat fisik Aspal Pertamina Pen 60/70 mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Divisi 6

Perkerasan Aspal Tahun 2010 sebagai acuan. Dengan hasil pengujian yang diperoleh sebagai berikut :

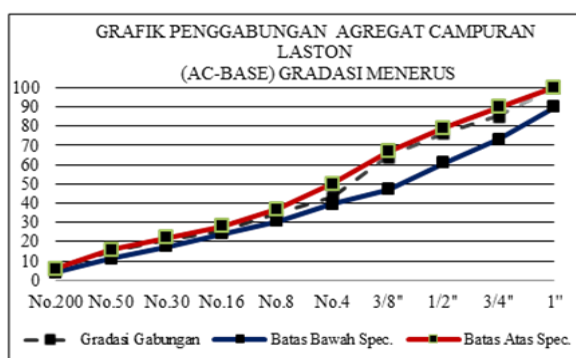
Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pen 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spec	
					Min	Max
1	Berat Jenis	gr/cc	SNI06-2448-1991	1,03	1,0	-
2	Penetrasi	mm	SNI06-2456-1991	68,67	60	70
3	Daktilitas	cm	SNI06-2432-1991	106,50	100	-
4	Kehilangan Berat	%	SNI06-2440-1991	0,25	-	0,8

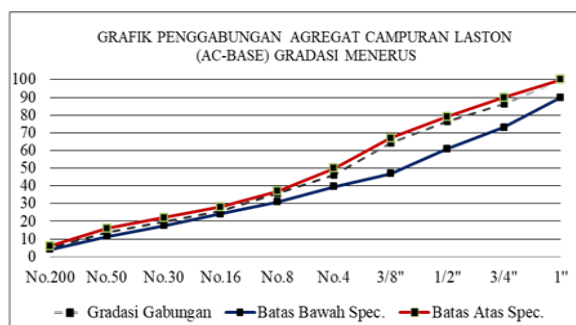
Sumber : Hasil analisa data

Mix Design Campuran Beraspal

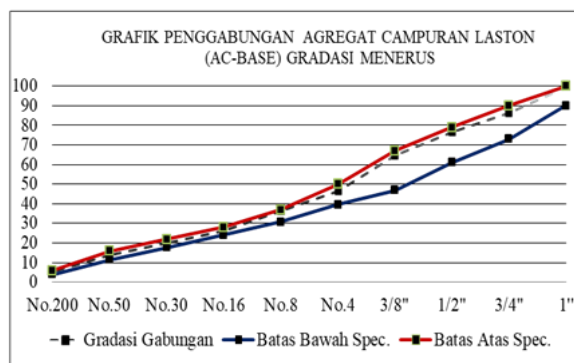
Data yang diperlukan adalah hasil gradasi dari ketiga fraksi (Agregat kasar berasal dari sorawolio, dan Pasir yang berasal dari Batauga) yang dilaksanaka sesuai SNI 03-1968-1990. Penentuan komposisi masing-masing bahan dilakukan dengan metode coba-coba (trial and error) dimana penggabungan agregat dilakukan dengan cara mengkombinasi ke tiga fraksi dengan komposisi tertentu sehingga total persen lolos gabungan harus berada diantara batas atas dan batas bawah spesifikasi gabungan agregat untuk campuran Laston (AC-BASE). Adapun hasil penggabungan agregat dengan Fly Ash 0% dapat ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



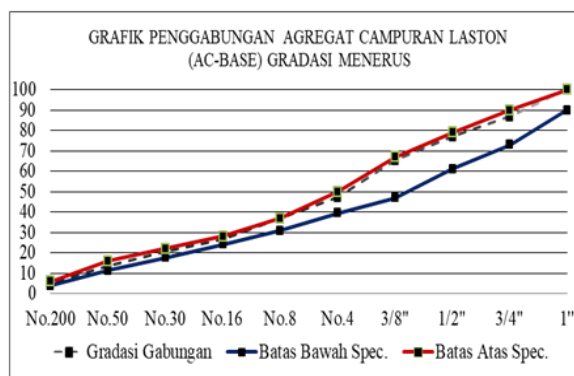
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. Grafik Gabungan Campuran Laston (AC-BASE) dengan (a) filler abu batu 5% dan fly ash 0%, (b) filler abu batu 4% dan fly ash 1%, (c) filler abu batu 3% dan fly ash 2% dan (d) Fly Ash 3% Abu Batu 2%.

Hasil Penentuan Berat Jenis Gabungan

Untuk hasil pengujian berat jenis gabungan dapat dilihat seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Gabungan

Uraian	Proporsi (%)	Berat Jenis Agregat			Bj Aspal
		Bulk	Apparent	Efektif	
Split	63,00	2,58	2,75	2,66	-
Medium	32,00	2,75	2,96	2,86	-
Abu Batu	5,00	2,66	2,85	2,76	-
Aspal	-	-	-	-	1,03
Total Agregat	100,00	-	-	-	-

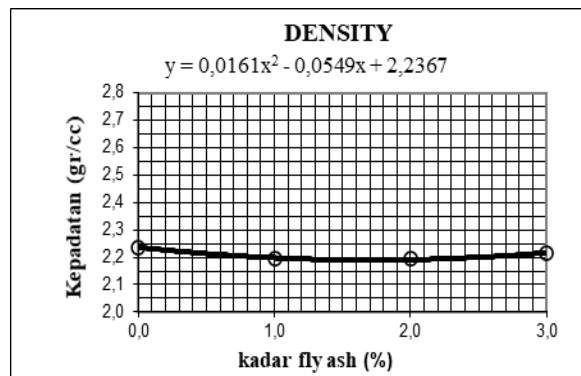
Sumber : Hasil analisa data

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai berat jenis agregat gabungan yaitu : berat jenis bulk agregat = 2,63, berat jenis semu agregat = 2,82, berat jenis efektif = 2,73, dan absorsi aspal terhadap total agregat = 1,33.

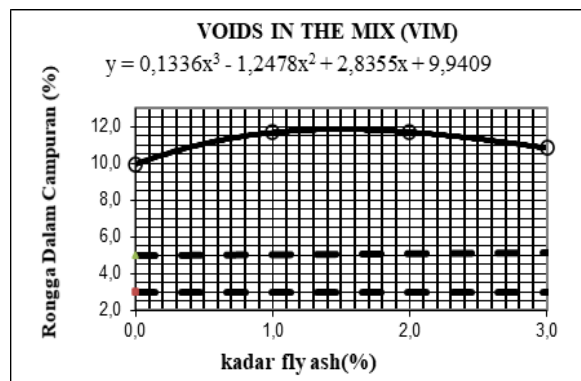
Pengaruh Variasi Kadar *fly ash* Limbah Batu Bara Sebagai *filler* dan Kadar Aspal Terhadap Kepadatan Campuran

Nilai *density* menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Faktor yang mempengaruhi *density* adalah temperatur pemadatan, gradasi, kadar *filler*, energi pemadat, kadar aspal, dan VMA.

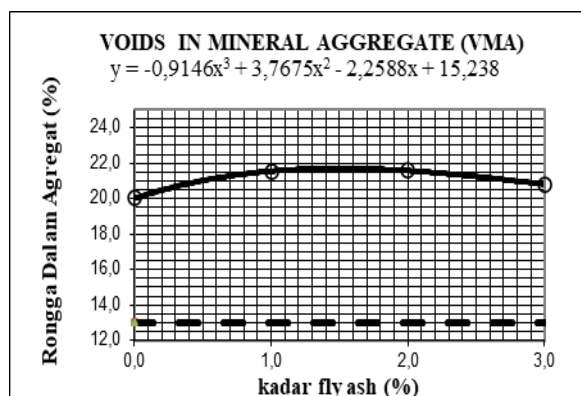
Rekapitulasi hasil pengujian Kepadatan (*density*) campuran dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



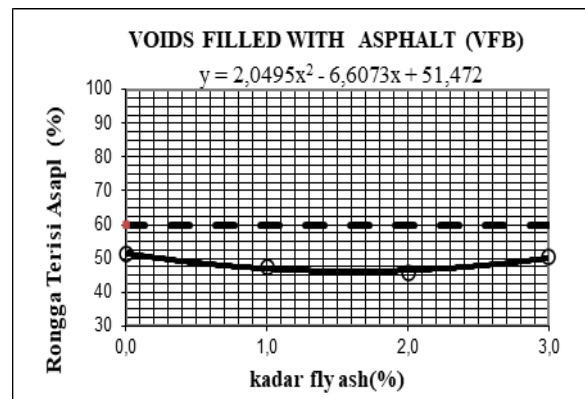
(a)



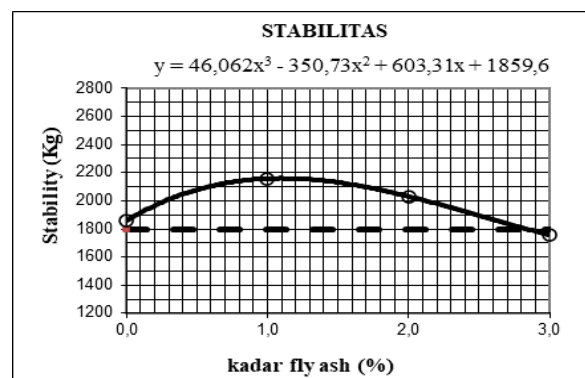
(b)



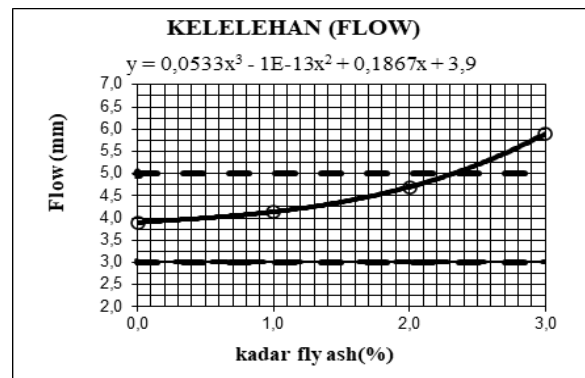
(c)



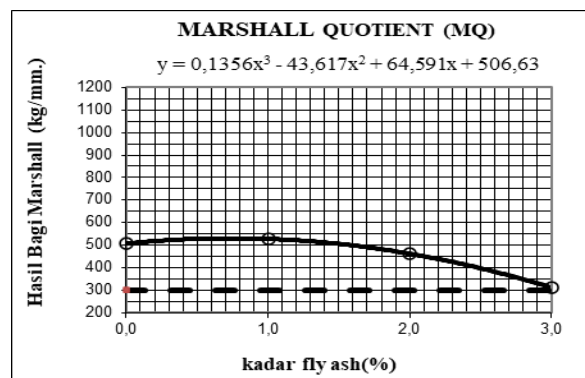
(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 2. Grafik hubungan Antara Kadar Aspal dan *fly ash* terhadap (a) *density*, (b) VIM, (c) VMA, (d) VFB, (e) *Stability*, (f) Kelelehan dan (g) *Marshall Quotient*

Dari Gambar (a) menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* terendah yaitu 0% nilai *density* diperoleh 2,238 gr/cc, dan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai *density* diperoleh 2,216 gr/cc. Sedangkan pada kadar *fly ash* 1% yaitu 2,165gr/cc, dan kadar *fly ash* 2 % di peroleh 2,194 gr/cc.

Pada Gambar (b) dapat dilihat bahwa nilai VIM menurun sejalan dengan penambahan kadar aspal. Hal ini disebabkan karena rongga-rongga udara dalam campuran terisi aspal secara keseluruhan. Dari Gambar (b) menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 0% nilai VIM diperoleh 9,94%, dan pada kadar *fly ash* terendah yaitu 1% nilai VIM diperoleh 11,66%. sedangkan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai VIM di peroleh 10,82%. dan kadar *fly ash* 2% diperoleh nilai VIM 11,69%

Gambar (c) merupakan volume rongga yang terdapat diantara agregat suatu campuran yang telah dipadatkan, nilai VMA minimum 13 %. Dari Gambar menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 0% nilai VMA diperoleh 20,02%, dan pada kadar *fly ash* terendah yaitu 1% nilai VMA diperoleh 21,55%. Sedangkan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai VMA diperoleh 20,80%. Dan kadar *fly ash* 2% di peroleh nilai VIM yaitu 21,57%.

Gambar (d) merupakan bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat (VMA) yang terisi aspal efektif yang disebut VFB. VFB bertujuan untuk menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup. Nilai VFB erat kaitannya dengan kekuatan ikatan campuran, kedekatan campuran terhadap air dan udara, maupun sifat elastik campuran. Dari Gambar (d) menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 0% nilai VFB diperoleh 51,29%, pada kadar *fly ash* terendah yaitu 1% nilai VFB diperoleh 47,47%, Dan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai VFB diperoleh 50,28%. Sedangkan pada kadar *fly ash* 2% nilai VFB di peroleh 45,90%.

Gambar (e) merupakan nilai stabilitas yang menggambarkan kemampuan dari lapis perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan bleeding. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Stabilitas terjadi dari geseran antar butir,

penguncian antar partikel agregat, dan daya ikat dari lapisan aspal. Dari Gambar (e) menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 0% nilai Stabilitas diperoleh 1859,63 kg, pada kadar *fly ash* terendah yaitu 1% nilai Stabilitas diperoleh 2158,27 kg, dan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai Stabilitas diperoleh 1756,65 kg. sedangkan pada kadar *fly ash* 2% nilai stabilitas di peroleh 2031,82 kg.

Gambar (f) merupakan kelelehan plastis yang menunjukkan tingkat kelenturan lapis perkerasan. Untuk nilai *flow* disyaratkan minimum 3 mm maksimum 5 mm. Dari gambar (f) menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 0% nilai *Flow* diperoleh 3,90 mm, pada kadar *fly ash* terendah yaitu 1% nilai *Flow* diperoleh 4,14 mm, dan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai *Flow* diperoleh 5,90 mm. Sedangkan pada kadar *fly ash* 2% nilai *flow* diperoleh 4,70 mm.

Gambar (g) adalah *Marshall Quotient* yang merupakan hasil bagi *marshall* dengan *Flow* yang merupakan kekakuan campuran. Dari Gambar (g) menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 0% nilai *MQ* diperoleh 506,63 kg/mm, pada kadar *fly ash* terendah yaitu 1% nilai *MQ* diperoleh 527,73 kg/mm, dan pada kadar *fly ash* tertinggi yaitu 3% nilai *MQ* diperoleh 311,50 kg/mm. Sedangkan pada kadar *fly ash* 2% nilai *MQ* diperoleh 462,42 kg/mm.

Kesimpulan

Dari hasil percobaan dapat diperoleh kesimpulan bahwa Nilai Kepadatan (*density*) dan Nilai VFB tertinggi terdapat pada kadar *fly ash* 0%, kadar aspal 6% sebesar 2,238 gr/cm³ dan 45,90 %, Nilai VIM / Porositas dan Nilai VMA tertinggi terdapat pada kadar *fly ash* 2%, kadar aspal 6% sebesar 11,69 % dan 21,57 %, Nilai Stabilitas dan Nilai *MQ* terdapat pada kadar *fly ash* 1%, kadar aspal 6% sebesar 2158,27 kg dan 527,73 kg/mm. Sedangkan untuk kadar kelelehan (*flow*) yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 terdapat pada kadar *fly ash* 0% 1% dan 2%.

Daftar Pustaka

- S. Xu., A. García., J. Su., Q. Liu., A. Tabakovic., E Schlangen. (2018). Self-Healing Asphalt Review: From Idea to Practice, Adv. Mater. Interfaces 5 (121).
- D. Movilla-Quesada., A.C. Raposeiras., D. Castro-Fresno., D. Peña-Mansilla. (Des, 2015). Experimental study on stiffness

- development of asphalt mixture containing cement and Ca(OH)_2 as contribution filler, Mater. 74 (157–163)
- M. Ahmaruzzaman. (2010) A review on the utilization of fly ash, Prog. Energy Combust. Sci. 36 (327–363).
- S. Tapkin. (2008). Mechanical evaluation of asphalt–aggregate mixtures prepared with fly ash as a filler replacement, Can. J. Civ. Eng. 35 (27–40).
- S. Likitlersuang., T. Chompoorat (2016). Laboratory investigation of the performances of cement and fly ash modified asphalt concrete mixtures, Int. J. Pavement Res. Technol. 9 (337–344).
- Departemen Pekerjaan Umum. (2010). Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal, Edisi April 2010, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.