

# **KAJIAN KARAKTERISTIK MARSHALL DAN KOEFISIEN KEKUATAN RELATIF LAPIS HRA (*HOT ROLLED ASPHALT*) DENGAN FILLER FLY ASH MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR SIRTU RESIDU GALIAN C**

**Junaidi**

*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang  
Jln. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275 Telepon 081325768904  
Email : junaiditspolines@gmail.com*

## **Abstract**

*Environmental problems such as pollution, destruction and disasters over the years is still ongoing and increasingly widespread. The condition not only causes environmental degradation but also a very serious impact on health and the human soul. Damage to the environment due to the soil / land also occurred in Waterford District C in the form of mineral mining (gravel). Mining is long overdue and is expanding. The existence of the mine excavation C has caused another problem in the form of accumulated waste material in gravel scattered around the place and the mining area. Starting from the above, it is necessary to think about how to take advantage of the rest of the mine rock gravel on asphalt activities. Step that needs to be done is to study the quality and characteristics of the asphalt mix by stacking materials using the gravel with reference to the specifications and requirements specified. This paper presents the results of research into the use of coarse aggregate gravel quarry C residue and fly ash filler in asphalt Hot Rolled Asphalt (HRA) in terms of the relative strength coefficients ( $a_1$ ) material in order to know the needs of pavement thickness HRA in the field.*

*Coarse aggregate materials used in the study came from the residual quarry village C Munggangsari / Purbosari excl. Ngadirejo kab. Waterford, fly ash material derived from PT Jati Kencana Concrete (Ungaran) and AC 60/70 bitumen production Pertamina Cilacap. Equipment used for the study is the means test in the asphalt mixture Materials Laboratory of Civil Engineering Department Semarang State Polytechnic. Number of test specimens to be used in this study is 30 pieces and the test is done with reference to the SNI 06-2489-1990, including the value of stability, flow and  $MQ$ , density analysis and voids (VMA, VFWA, VITM). The study results showed that the residual gravel excavation C can be used as a mixture in which the HRA asphalt mix asphalt with gravel aggregate quarrying C has a value of stability between the above 744, the value of  $a_1$  between 0.28 to 0.38 which means it can support the traffic with heavy density. Based on the results of plotting the data parameters to the requirements of Highways marshall, obtained the optimum bitumen content of 7%. While based on a mixture of the three variations of rock and ash content of different fly ash show that the levels of HRA mixture with 100% filler stone dust showed the highest value  $a_1$ . This shows that the addition of aditive fly ash as filler in the mix HRA HRA instead lowered pavement performance.*

**Kata kunci :** *fly ash, gravel excavation C, HRA, Marshall test, rural roads*

---

## PENDAHULUAN

Masalah lingkungan seperti pencemaran, kerusakan dan bencana dari tahun ke tahun masih terus berlangsung dan semakin luas. Kondisi tersebut tidak hanya menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan tetapi juga memberikan dampak yang sangat serius bagi kesehatan dan jiwa manusia. Buruknya kualitas lingkungan, di antaranya disebabkan antara lain oleh penambahan penduduk yang semakin pesat dan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan. Kerusakan sumber daya alam terus mengalami peningkatan, baik dalam jumlah maupun sebaran wilayahnya. Kerusakan lingkungan karena eksploitasi tanah/lahan juga terjadi di Kabupaten Temanggung berupa pertambangan bahan galian C (pasir). Penambangan ini telah berlangsung lama dan semakin meluas, dengan konsentrasi terbesar berada di desa Munggangsari (11 ha), desa Kledung (9 ha), dan desa Leyangan/Purbosari (15 ha) di Kecamatan Ngadirejo. Keberadaan usaha tambang galian C ini telah menimbulkan masalah lain berupa menumpuknya material sisa sirtu yang bertebaran di tempat dan sekitar tambang berada. Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian masyarakat (Junaidi, 2012) diketahui bahwa jumlah material sisa tambang ini cukup besar dan perlu mendapatkan perhatian penanganannya.

Bertolak dari hal di atas, maka perlu dipikirkan cara untuk memanfaatkan batuan sirtu sisa tambang tersebut pada kegiatanaspalisasi tersebut. Langkah yang perlu

dilakukan adalah dengan mempelajari mutu dan karakteristik campuran aspal dengan bahan susun menggunakan sirtu tersebut dengan mengacu kepada spesifikasi dan syarat-syarat yang ditentukan. Dalam penelitian ini, akan dicoba penggunaan agregat kasar dari sirtu residu tambang galian C dan filler *fly ash* yang akan diefisienkan sebagai *filler* pada lapis HRA (*Hot Rolled Asphalt*). Adapun dasar pemilihannya adalah sebagai berikut :

1. Sirtu residu tambang galian C merupakan material sisa dan tersedia cukup melimpah di lokasi tambang galian C di wilayah kab. Temanggung yang keadaannya dibiarkan begitu saja. Bila diberdayakan, pengadaannya cukup mudah dan murah sehingga bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan.
2. Abu batubara (*fly ash*) adalah sisa pembakaran batubara yang sangat halus yang berasal dari unit pembangkit uap (*boiler*). Saat ini di Jawa Tengah diperkirakan ada 68 industri yang sudah menggunakan batubara sebagai pengganti BBM dengan jumlah kebutuhan batubara mencapai 125 ribu ton / bulan dan akan dihasilkan abu batubara sebanyak 10 ribu ton per bulan. Kedepan pemakaian batubara sebagai sumber energi akan terus meningkat.

Jalan harus memiliki kehandalan dan memenuhi syarat teknis dan ekonomis, serta mampu mendukung beban yang bekerja di atasnya. Persyaratan ini dipengaruhi langsung oleh pemilihan bahan

susunnya (jenis aspal, agregat, dan bahan pengisi/filler). Bahan susun pada jalan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*) harganya relatif mahal dan merupakan bahan alam yang tidak bisa diperbaharui. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba memanfaatkan agregat kasar dari sirtu residu tambang galian C yang umumnya sudah tidak dimanfaatkan lagi oleh para petambang. Dengan penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai kegunaan material ini untuk kegiatan konstruksi.

### **Konstruksi Hot Rolled Asphalt (HRA)**

*Hot Rolled Asphalt* (HRA) merupakan bahan konstruksi lapis keras yang pertama kali dikembangkan di Inggris, dan kemudian di Indonesia di modifikasi menjadi *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan menganggap HRS sebagai lapis keras non struktural (Sukirman, 1992). Lapis keras HRA terdiri dari campuran aspal dan agregat bergradasi timpang dengan prosentase pemakaian agregat kasar 0 % - 55 %. Stabilitas HRA pada kadar batuan yang tinggi dipengaruhi oleh bentuk dari batuan kasarnya. Jika jumlah batuan meningkat, nilai stabilitas HRA naik disertai dengan penurunan flow-nya, dan campuran yang mengandung 40 % batuan kasar pecah dan batuan halus pecah akan menghasilkan campuran yang paling baik stabilitas dan kelenturannya. Dalam HRA hanya terdapat sedikit batuan agregat berukuran sedang (2,36 – 10 mm), dan terdiri dari matriks pasir, filler dan aspal, dimana agregat kasar biasanya berukuran 14 mm tercampur di

dalamnya. Gradasi senjang inilah yang memberikan *Hot Rolled Asphalt* (HRA) sifat ketahanan terhadap cuaca dan memiliki permukaan yang awet, yang dapat mengakomodasi lalu lintas yang lewat tanpa terjadinya retak.

Susunan konstruksi HRA sebagai *wearing course* (tidak struktural) jauh berbeda dengan sebagai *base course* (lapis permukaan struktural). Di Indonesia, pengertian *base course* tersebut adalah lapis permukaan (*surface course*) yang bernilai struktural, artinya lapis permukaan yang mampu meneruskan beban lalu lintas ke lapis bawahnya. Menurut AASHTO (1982) maupun Bina Marga (1987) disebutkan bahwa koefisien kekuatan relatif lapisan (*structural layer coefficient*) merupakan indikasi nilai struktural lapis keras yang ditunjukkan dalam formula berikut :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

(Bina Marga, 1987) ... (1)

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

(AASHTO, 1982) ..... (2)

dengan penjelasan :

ITP : indeks tebal perkerasan

SN : *structural number*

$a_1, a_2, a_3$  : koefisien kekuatan relatif lapisan perkerasan

$D_1, D_2, D_3$  : Tebal masing-masing lapis perkerasan

(angka 1, 2, 3, 4 masing-masing berarti lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah)

Semakin besar angka kekuatan relatif lapisan ( $a$ ) maka ketebalan lapis perkerasan semakin tipis, nilai  $a$  ini baik menurut Bina Marga (1987)

maupun AASHTO (1982) sangat dipengaruhi oleh nilai stabilitas *Marshall*. Hasil penelitian yang mengacu pada grafik hubungan antara koefisien kekuatan relatif lapis permukaan dengan stabilitas *Marshall* yang dikemukakan AASHTO (1982) telah mendapatkan formula dalam persamaan berikut :

$$a_1 = 0,0285 (MS)^{0,35} \dots \dots (3)$$

dengan :  $a_1$  : koefisien kekuatan relatif lapis permukaan

MS : *Marshall stability* (lbs)

Mulyono (1998) dalam penelitiannya menyatakan bahwa model campuran HRA menggunakan agregat kasar *rounded* dengan aspal AC 60-70 menunjukkan bahwa makin besar kadar agregat kasarnya maka nilai  $a_1$  juga makin besar. Model campuran HRA *rounded* yang paling baik yaitu pada kadar agregat kasar 56% untuk ukuran nominal 20 mm dengan kadar aspal AC 60-70 optimum 5,36% pada nilai  $a_1 = 0,3409$ .

### **Agregat**

Agregat merupakan komponen yang dominan dalam struktur perkerasan jalan (Ismanto, 1991). Banyak agregat yang dibutuhkan dalam pencampuran perkerasan pada umumnya berkisar antara 90 % - 95 % dari berat total campuran atau 75 % - 85 % dari volume campuran. Persyaratan yang lebih ketat umumnya diterapkan pada material sebagai agregat kasar, hal ini diperlukan karena agregat kasar memiliki peran yang besar dalam membangun struktur yang kuat dan stabil. Banyak kriteria yang harus

dipenuhi agregat yang dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan.

### ***Asphalt Cement* (AC)**

*Asphalt Cement* yaitu aspal/bitumen, campuran dari bahan aspal dan bitumen dari danau atau aspal bersama (*flux oil*) dengan kualitas seperti semen yang dibuat di pabrik sebagai perkerasan aspal (PEDC, 1983). Di Indonesia, *Asphalt Cement* biasanya dibedakan berdasarkan dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40-50, AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60-70, AC pen 85/100, yaitu AC dengan penetrasi antara 85-100, AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200-300. *Asphalt Cement* dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan *Asphalt Cement* dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan *Asphalt Cement* dengan penetrasi 60/70 dan 80/100 (Suparma, 2003)

### **Fly Ash**

Abu terbang (*fly ash*) diperoleh dari hasil residu PLTU. Material ini berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous, mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolanik, yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat

mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian terapan ini berasal dari sumber berikut ini: a) Agregat kasar sirtu residu tambang galian C berasal dari desa Munggangsari/Purbosari kec. Ngadirejo kab. Temanggung, b) Bahan pengisi (filler), merupakan *fly ash* yang berasal dari PT Jati Kencana Beton (Ungaran), dan c) Aspal AC 60/70, produksi Pertamina Cilacap sedangkan peralatan pengujian terdiri dari alat uji aspal, alat uji agregat, dan satu set alat pengujian *Marshall*.

### Perencanaan Campuran HRA

Perencanaan campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) yang digunakan adalah berdasarkan metoda *Marshall*, dengan metoda ini dapat ditentukan jumlah pemakaian aspal yang tepat sehingga dapat menghasilkan komposisi campuran yang baik antara agregat dan aspal sesuai persyaratan teknis perkerasan jalan yang ditentukan. Data-data yang diperlukan untuk membuat campuran HRA adalah : jenis agregat, gradasi agregat, mutu agregat, jenis aspal keras, rencana tebal lapisan, dan jenis bahan pengisi (*filler*). Perencanaan campuran dengan kriteria percobaan *Marshall* :

a. Kestabilan *Marshall*, merupakan suatu ukuran kestabilan campuran yang cukup terhadap beban roda dan volume lalu lintas yang terjadi.

- b. Indeks Kelelahan Plastis (*Flow Indeks*).
- c. Rongga udara, tujuan utama kriteria rongga adalah untuk menghindari perencanaan campuran dapat mengalami “flushing” atau “bleeding” dalam masa pelayanan. Rongga udara aspal beton bergradasi rapat 3 – 5 %, berarti volume total dari seluruh rongga berjumlah 3 – 5 % campuran padat, Flushing atau bleeding mengakibatkan campuran mempunyai rongga udara, berkisar antara 0 – 1 %.
- d. Rongga Antar Butiran (VMA) adalah rongga antar butiran agregat setelah pemadatan (termasuk ruang terisi aspal dan udara). Tujuan penerapan VMA dalam campuran adalah untuk mencegah terjadinya kekurangan aspal dalam campuran yang akan mengakibatkan agregat lepas (*ravelling*), retak (*crack*) sehingga umur pelayanan pendek.

Perancangan benda uji meliputi pemilihan gradasi target *Hot Rolled Asphalt* (HRA) yang sesuai dengan peraturan Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah (2000). Komposisi materialnya adalah ( terhadap campuran aspal) : CA : 50 – 70 %, FA : 10-30 %, dan FF : 4,5 – 7,5 %. Dalam grading ini digunakan grading 56 : 38 : 6 untuk memudahkan dalam pengerjaan sekaligus mengurangi kemungkinan *mix design* keluar dari spesifikasi grading yang digunakan. Untuk suatu benda uji yang beratnya 1200 gr.

Dalam penelitian ini perencanaan campuran benda uji

menggunakan sampel dengan berat 1200 gram, dengan *fly ash* sebagai pengganti *filler*. Pencampuran *fly ash* sebagai *filler* didasarkan pada volume terhadap benda uji, hal ini dikarenakan *fly ash* memiliki berat jenis yang lebih kecil daripada debu batu sehingga untuk berat yang sama *fly ash* memiliki volume yang lebih besar dari debu batu. Perhitungan berat *fly ash* dalam campuran adalah : kadar 100 % *fly ash* = 59,91 gram, kadar 50 % *fly ash* = 29,96 gram. Jumlah benda uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 30 buah. Setiap kriteria aspal

direncanakan sebanyak 2 benda uji (diberi kode A dan B) dengan tujuan untuk keakuratan data hasil pengamatan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Bahan – bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, sebelumnya dilakukan pengujian di Laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang memenuhi persyaratan. Adapun data-data hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Marshall Benda Uji pada Berbagai Kadar Aspal untuk 100% Abu Batu

Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	Stabilitas (Kg)	VFWA (%)	Flow (mm)	VITM (%)	MQ (Kg/mm)	VMA (%)
4.5	2.248	1356.39	44.01	3.10	9.74	437.17	17.37
5.0	2.291	1497.32	54.99	3.35	7.33	446.97	16.22
5.5	2.336	1622.25	68.02	3.60	4.81	450.62	15.03
6.0	2.334	1544.86	72.94	3.75	4.21	412.28	15.56
6.5	2.348	1579.36	81.12	4.20	2.93	376.04	15.50

Tabel 2. Karakteristik Marshall Benda Uji pada Berbagai Kadar Aspal untuk 50% Abu Batu 50% Fly Ash

Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	Stabilitas (Kg)	VFWA (%)	Flow (mm)	VITM (%)	MQ (Kg/mm)	VMA (%)
4.5	2.183	680.17	38.38	4.35	11.94	159.38	19.34
5.0	2.210	1291.44	45.82	3.40	10.19	379.84	18.77
5.5	2.250	1263.10	55.50	3.60	7.92	350.86	17.75
6.0	2.273	1586.17	63.85	3.95	6.27	401.92	17.32
6.5	2.301	1464.77	73.48	4.45	4.45	330.73	16.77

Tabel 3. Karakteristik Marshall Benda Uji pada Berbagai Kadar Aspal untuk 100% Fly Ash

Kadar aspal ( % )	Density (gr/cc)	Stabilitas (Kg)	VFWA ( % )	Flow ( mm)	VITM ( % )	MQ (Kg/mm)	VMA ( % )
4.5	2.150	952.84	36.38	2.90	12.77	327.90	20.07
5.0	2.187	1043.69	44.46	3.50	10.64	298.20	19.13
5.5	2.213	1243.91	52.14	3.60	8.91	345.53	18.59
6.0	2.223	1256.15	58.05	3.80	5.22	330.57	18.64
6.5	2.257	1387.72	67.84	4.00	5.76	346.93	17.85

### Pembahasan

1. Pengaruh kadar filler terhadap kepadatan (Density), VITM, VFWA, Stabilitas, Flow, dan Quotient Marshall (QM)

Nilai Kepadatan / kerapatan menunjukkan besarnya derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan density yang tinggi akan mampu menahan beban yang besar dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai density yang rendah (kerapatan rendah). Sedangkan Void in the mix (VITM) atau rongga dalam campuran biasanya dinyatakan dalam persen rongga terhadap campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Kekedapan yang dimaksud adalah kekedapan terhadap udara dan air. Nilai VITM menunjukkan juga nilai kekakuan dari campuran. Nilai VITM yang kecil berarti mempunyai nilai kekakuan yang tinggi dibanding dengan nilai VITM yang Besar. Nilai VITM yang kecil berarti rongga yang ada dalam campuran itu sedikit dan mempunyai kekedapan yang besar. Persen rongga dalam campuran yang disyaratkan Bina Marga adalah 3 % - 6 %. Pada penelitian ini terjadi kecenderungan

penurunan nilai VITM untuk kenaikan kadar filler fly ash. Dari hasil penelitian, apabila dibandingkan dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga, maka yang memenuhi persyaratan untuk peningkatan kadar filler dari 1 % hingga 5 % adalah pada kadar 4,5 % dan 5 %.

Nilai Void filled with asphalt (VFWA) menunjukkan banyaknya rongga yang terisi oleh aspal. Nilai VFWA dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan campuran terhadap udara dan air yang akan berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan. VFWA yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya *bleeding*, sebaliknya VFWA yang terlalu kecil kekedapan campuran berkurang. Udara mudah masuk, mengoksidasi aspal dan air yang masuk ke rongga akan melarutkan bagian aspal yang teroksidasi tersebut sehingga keawetan campuran berkurang. Pada penelitian ini peningkatan kadar filler menyebabkan kecenderungan persentase rongga yang terisi aspal semakin meningkat. Hal ini akan menyebabkan campuran aspal menjadi

semakin kedap terhadap air dan udara sehingga akan meningkatkan keawetan campuran.

Stabilitas adalah suatu kemampuan untuk menahan deformasi akibat adanya beban. Nilai stabilitas dari suatu perkerasan menunjukkan besarnya kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atas lapis perkerasan tersebut. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Stabilitas yang tinggi dicerminkan dengan kerapatan dari campuran yang tinggi. Hubungan. Pada penelitian ini, kenaikan kadar filler fly ash hingga 2 % akan menaikkan stabilitas campuran untuk kemudian menurun. Kenaikan nilai stabilitas hingga kadar filler 2 % terjadi karena masuknya filler mengisi rongga yang ada dalam campuran akan menambah kerapatan campuran pada kondisi optimumnya dan meningkatkan Interlocking (sifat saling mengunci) antar agregat penyusunnya, Sebaliknya, dengan ditingkatkannya kadar filler di atas 2 % hingga 5 % justru akan meningkatkan filler yang ikut menyerap aspal setelah mencapai kondisi optimumnya sehingga malah menurunkan stabilitas campuran.

Flow atau kelelahan menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Kadar filler yang meningkat akan mengurangi besarnya rongga dalam campuran dan akan menambah kerapatan campuran. Apabila campuran yang memiliki kerapatan meningkat kemudian

menerima beban, maka deformasi akibat beban tersebut semakin mengencil yang berarti nilai flow menjadi kecil. Dari penelitian ini terlihat bahwa penurunan terkecil terjadi pada campuran dengan kadar komposisi fly ash 100 % untuk kadar aspal 6,5 %.

Nilai QM ( Quotient Marshall) merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas dari campuran. Campuran yang memiliki nilai fleksibilitas rendah ditunjukkan dengan nilai QM yang tinggi dimana campuran memiliki sifat kaku. Sebaliknya apabila nilai QM rendah berarti campuran akan fleksibel, akan tetapi campuran ini akan mengalami deformasi yang besar pada saat menerima beban. Besarnya QM tergantung pada besarnya stabilitas dan flow. Nilai QM merupakan pembagian dari nilai stabilitas dengan nilai flow. Nilai flow ini tercermin dari tingkat plastisitas dari campuran. Persyaratan nilai QM ditetapkan sebesar 1,5 sampai 5 kN/mm. Perkerasan dengan nilai QM lebih kecil dari 1, 5 kN/mm mempunyai sifat yang terlalu plastis sehingga pada saat menerima beban akan mudah tergeser. Apabila nilai QM melebihi 5 kN/mm perkerasan akan berkurang sifat fleksibilitasnya dan berakibat mudah terjadi cracking (retak) saat menerima beban lalu lintas.

2. Pengaruh kadar filler terhadap nilai koefisien kekuatan Relatif ( $a_1$ ) campuran HRA pada berbagai kadar aspal

Jenis dan kualitas material yang digunakan untuk masing-masing lapis

perkerasan, akan menentukan nilai 'koefisien kekuatan' relatif masing-masing. Kekuatan relatif merupakan suatu nilai yang memperhitungkan kekuatan bahan dan penggunaan material (sebagai lapis permukaan, lapis pondasi atau lapis pondasi bawah). Besarnya nilai koefisien

kekuatan relatif pada penelitian ini adalah seperti pada tabel 4 di bawah. Visualisasi karakteristik campuran HRA dengan filler abu batu dan fly ash dapat dilihat pada grafik gambar 1 yang menunjukkan hubungan antara kadar aspal dan koefisien kekuatan relatif ( $a_1$ ) bahan.

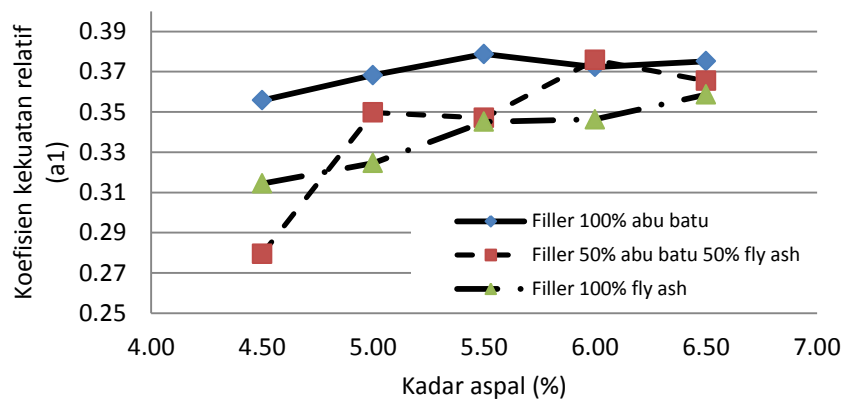
Tabel 4. Nilai Stabilitas dan koefisien kekuatan relatif ( $a_1$ ) pada berbagai kadar aspal

No	Kadar			Filler			
	Aspal (%)	100% Abu Batu q (kg)	$a_1$	50% AB q (kg)	50% FA $a_1$	100% Fly Ash q (kg)	$a_1$
1	4.50	1356.39	0.35578	680.165	0.27942	952.844	0.31441
2	5.00	1497.32	0.3683	1291.44	0.34972	1043.69	0.3246
3	5.50	1622.25	0.37878	1263.1	0.34702	1243.91	0.34516
4	6.00	1544.86	0.37235	1586.17	0.37581	1256.15	0.34635
5	6.50	1579.36	0.37524	1464.77	0.36548	1387.72	0.35863

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa pada kadar aspal antara 4,5 sampai 6,5 %, makin tinggi kadar aspal makin tinggi nilai  $a_1$ . Pada kadar filler 100% abu batu, nilai  $a_1$  berkisar antara 0,35 hingga 0,37, pada kadar filler campuran 50% abu batu dan 50% fly ash, nilai  $a_1$  antara 0,27 hingga 0,36, sedangkan pada kadar filler 100% fly ash, nilai  $a_1$  antara 0,31 hingga 0,35.

Berdasarkan tiga variasi campuran dengan kadar abu batu dan fly ash yang berbeda ini, tampak bahwa pada kadar campuran HRA dengan 100% filler abu batu memiliki rentang nilai  $a_1$  tertinggi, sedangkan campuran HRA dengan 100% filler fly ash cenderung memiliki rentang nilai  $a_1$  terendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan zat aditive fly ash sebagai filler pada campuran HRA

malah menurunkan kinerja perkerasan HRA. Penyebab dari hal ini dapat dianalisa dari fungsi filler yang seharusnya mengisi rongga-rongga antar butiran dan memperkuat kepadatan campuran tetapi justru filler fly ash memiliki daya absorsi terhadap aspal yang lebih tinggi dibanding abu batu sehingga proporsi lekatan aspal terhadap agregat campuran lebih rendah dibanding lekatan aspal terhadap agregat dengan menggunakan filler abu batu. Meskipun demikian, nilai  $a_1$  yang ada masih berada di atas batas nilai  $a_1$  berdasarkan standar perencanaan HRA yang ada sebesar 0,30. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan agregat sirtu galian C memenuhi syarat sebagai bahan perkerasan HRA, baik menggunakan filler abu batu maupun fly ash.



Gambar 1. Hubungan Antara Kadar Aspal dan Koefisien Kekuatan Relatif (a1)

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil simpulan bahwa sirtu galian C dapat digunakan sebagai bahan campuran aspal. Hal ini dapat dilihat berdasarkan nilai stabilitasnya, campuran aspal dengan agregat sirtu galian C memiliki nilai stabilitas di atas 744, yang berarti dapat mendukung lalu lintas dengan kepadatan berat. Berdasarkan hasil plotting data-data parameter marshall terhadap persyaratan Bina Marga, diperoleh kadar aspal optimum 6,5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tinjauan kadar aspal antara 4,5 sampai 6,5 %, tampak bahwa makin tinggi kadar aspal makin tinggi nilai a1 berkisar antara 0,28 hingga 0,38. Sedangkan berdasarkan tiga variasi campuran dengan kadar abu batu dan fly ash yang berbeda menunjukkan bahwa pada kadar campuran HRA dengan 100% filler abu batu menunjukkan nilai a1 tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan zat aditive fly ash sebagai filler pada campuran HRA malah menurunkan kinerja perkerasan HRA.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini diolah dari data sebagian laporan Penelitian Terapan DIPA Politeknik Negeri Semarang Tahun 2015. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada P3M Politeknik Negeri Semarang dan staf Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada redaksi dan reviewer jurnal ini yang telah memberikan koreksi dan masukan bagi penyempurnaan tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1982, *Standard Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing*, Part 1, Specification, 13<sup>th</sup> Edition, page 10-180, Washington DC
- Asphalt Institute, 1983, *Principles of Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements*, Manual Series No. 22 (MS.22), Kentucky, USA

- British Standard Institution/BS 594, 1985, *Specification for Constituent Materials and Asphalt Mixtures, Hot Rolled Asphalt for Road and Other Paved Areas*, Ministry of Transportation, London
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2001, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Junaidi, 2012, *Penerapan IPTEKS Lubang Resapan Biopori (LRB) Dalam Rangka Konservasi Lahan dan Air di Desa Munggangsari Kab. Temanggung Menghadapi Permasalahan Penambangan Galian C*, Pengabdian Kepada Masyarakat, UP2M Politeknik Negeri Semarang
- Mardiono, 2008, *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dalam Beton Mutu Tinggi*, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadharma
- Misbachul Munir, 2008, *Pemanfaatan Abu Batubara (Fly Ash) Untuk Hollow Block Yang Bermutu dan Aman bagi Lingkungan*, Tesis, Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang
- Mulyono, A.T., 1998, *Pengaruh Karakteristik Agregat Kasar dan Aspal Terhadap Nilai Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan dan kekakuan Hot Rolled Asphalt (HRA) Sebagai Lapis Permukaan Struktural*, Simposium 1 FSTPT, Bandung
- Perda Kabupaten Temanggung, 2008, *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kabupaten Temanggung Tahun 2005-2025*
- Polytechnic of Education Development Centre (PEDC), 1983, *Teknologi Bahan 4*, PEDC, Bandung
- Prabandiyani, R.W., 2008, *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*, Pidato Pengukuhan Guru Besar FT Universitas Diponegoro, Semarang
- Siswosubroto, B.I., 1994, *Peranan Filler pada Sifat-sifat Teknik Campuran Hot Rolled Asphalt*, Konferensi Tahunan Teknik Jalan Ke-5, Volume 3 Peralatan dan Bahan, Bandung
- Sukirman S, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit NOVA, Bandung
- Suparma L.B, 2004, *Bahan Kuliah Pelaksanaan Perkerasan, Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta