

## **PERBANDINGAN KARAKTERISTIK ASPAL BETON MENGUNAKAN FILLER TANAH DENGAN FILLER ABU BATU BATA**

**Firmansyah Rachman<sup>1</sup>, Tamalkhani Syammaun<sup>2</sup> dan T. R. B. Saputra<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>) Universitas Muhammadiyah Aceh, Jl. Muhammadiyah No. 91, Banda Aceh,  
23123, Indonesia

\* Email: firmansyah@unmuha.ac.id

### **ABSTRAK**

Aspal beton adalah perkerasan yang umum digunakan dalam konstruksi jalan raya. Aspal beton dipakai sebagai lapis permukaan (*surface*) untuk melayani beban lalu lintas serta melindungi lapisan perkerasan yang ada di bawahnya. Aspal beton terdiri dari agregat kasar, halus dan *filler* (bahan pengisi). Agregat kasar di dalam campuran aspal beton berfungsi sebagai rangka (*frames*) perkerasan yang memberi kekuatan/stabilitas (*stability*), sedangkan agregat halus dan *filler* berfungsi sebagai pengisi rongga antar agregat kasar di dalam campuran yang akan meningkatkan angka stabilitas. Aspal beton yang menjadi objek penelitian ini merupakan aspal beton dengan *filler* tanah dan abu batu bata. Umumnya *filler* yang digunakan dalam campuran aspal beton adalah semen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui mana diantara tanah dan abu batu bata yang lebih baik untuk dapat dijadikan sebagai *filler* pengganti semen dalam campuran aspal beton. Perbandingan kedua jenis *filler* tersebut berguna karena apabila penggunaan tanah dan abu batu bata sebagai *filler* lolos uji spesifikasi teknis maka biaya untuk pembuatan aspal beton akan lebih ekonomis. Berdasarkan hasil yang diperoleh, kedua campuran tidak memiliki perbedaan karakteristik yang signifikan namun berbeda nyata berdasarkan hasil analisa *anova single factor*. Kedua jenis *filler* yang digunakan menunjukkan bahwa keduanya dapat digunakan sebagai opsi *filler* pengganti semen. Kedua campuran mempunyai nilai KAO yang berbeda. Untuk campuran dengan *filler* tanah diperoleh KAO sebesar 4,8 % dengan nilai setiap karakteristiknya yaitu nilai stabilitas (1938,56 kg), *flow* (3,78 mm), *Density* (2,41 gr/cm<sup>3</sup>), *VIM* (4,34 %), *VMA* (16,33%), *VFB* (68,21%) dan *MQ* (550,97 kg/mm). Sedangkan untuk campuran dengan *filler* abu batu bata nilai KAO diperoleh sebesar 5,3 % dengan nilai stabilitas (1966,47 kg), *flow* (3,21 mm), *Density* (2,40 gr/cm<sup>3</sup>), *VIM* (3,95 %), *VMA* (17,13%), *VFB* (72,03%) dan *MQ* (614,29 kg/mm).

Kata kunci: Aspal beton; Filler tanah; Filler abu batu bata; Parameter marshall; Kadar Aspal Optimum(KAO).

### **I. PENDAHULUAN**

Jalan merupakan prasarana yang sangat penting dalam menunjang pembangunan dan kemajuan suatu bangsa. Jalan mempunyai fungsi yang sangat strategis, sebagai prasarana sosial, budaya, ekonomi, politik, dan pertahanan. Sehingga kondisi jalan dan jaringan jalan dapat dijadikan barometer tentang tingginya kebudayaan dan kemajuan ekonomi suatu

bangsa. Jalan adalah prasarana transportasi darat meliputi segala bagian-bagiannya, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya diperuntukkan bagi lalu-lintas yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, serta di atas permukaan air, kecuali jalan lori dan jalan kabel.

Aspal beton merupakan campuran antara agregat dan aspal. Agregat yang digunakan adalah agregat kasar (*coarse aggregate*), agregat halus (*fine aggregate*) dan *filler*. Agregat kasar di dalam campuran aspal beton berfungsi sebagai rangka (*frames*) lapisan perkerasan yang memberi kekuatan/stabilitas (*stability*), sedangkan agregat halus dan *filler* sebagai pengisi rongga antar agregat kasar sehingga meningkatkan stabilitas. Harga semen yang semakin mahal menuntut para perekayasa aspal beton untuk terus berinovasi mencari *filler* pengganti semen dengan harga yang relatif lebih murah namun tidak mengurangi kualitas dari aspal beton itu sendiri. Aspal sebagai bahan pengikat terhadap agregat, sehingga posisi agregat tidak bergerak atau tetap pada posisinya, serta melindungi campuran dari pengaruh cuaca. Jenis-jenis aspal beton dapat dibedakan berdasarkan jenis gradasi, jenis aspal dan suhu pencampuran. Salah satu jenis aspal adalah aspal beton bergradasi rapat, menunjukkan campuran panas antara agregat bergradasi rapat dengan aspal keras/aspal semen. Aspal beton ini dipakai sebagai lapisan permukaan perkerasan (*surface course*) yang berfungsi melayani beban lalu lintas, serta melindungi lapisan-lapisan di bawahnya.

Aspal beton harus memenuhi persyaratan sifat fisis yang merupakan karakteristik dari campuran aspal beton seperti stabilitas (*stability*), kelenturan (*flexible*), keawetan (*durability*), kedap air (*impermeability*), gesat (*skid resistance*), tingkat kebisingan (*noise resistance*), kekakuan (*stiffness*), dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Untuk memenuhi persyaratan tersebut maka *mix design* biasanya disederhanakan melalui pemilihan jenis gradasi agregat dan jenis aspal dan selanjutnya diarahkan pada penentuan kadar aspal optimum. Rumusan masalah tentang bagaimana perbedaan karakteristik aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah dan abu batu bata pada aspal beton bergradasi rapat yang ditinjau dari karakteristik Marshall dan berapa kadar aspal optimum(KAO) yang didapat dari kedua campuran tersebut. Hasil dari penelitian tersebut sangat penting untuk mengetahui apakah tanah dan abu batu bata layak digunakan sebagai *filler* pengganti semen pada campuran aspal beton bergradasi rapat.

Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh campuran aspal beton bergradasi rapat yang menggunakan bahan pengisi tanah dan abu bata merah berdasarkan karakteristik Marshall dengan menjadi syarat terhadap sifat-sifat yang harus dimiliki aspal beton dan mengetahui stabilitas dan durabilitas. Adapun agregat batu pecah yang dipakai pada penelitian ini berasal dari *Stone Crusher* AMP. PT. Andesmont Sakti yang berlokasi di Aceh Besar. *Filler* menggunakan tanah dan abu bata merah yang diproduksi oleh salah satu pabrik batu bata yang ada di kawasan Lambaro Angan, Aceh Besar. Sedangkan aspal dan penelitian ini di peroleh di Laboraturium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Adapun penelitian ini dilakukan di dua tempat berbeda yaitu di Laboraturium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh dengan serangkaian kegiatan berupa pemeriksaan sifat fisis dan gradasi agregat, pemeriksaan aspal, pemeriksaan sifat fisis *filler*, perencanaan campuran, pengujian benda uji dan perbandingan karakteristik dari keduanya. Dalam penelitian ini dibuat benda uji sebanyak 30 buah benda uji yaitu 15 benda uji dengan *filler* tanah dan 15 buah benda uji dengan *filler* abu bata merah. Adapun

hasil pada penelitian ini nilai kadar aspal optimum(KAO) yang didapat untuk benda uji dengan *filler* tanah adalah 4,8% dengan nilai stabilitas (1938,56 kg), *flow*(3,78 mm), *Density*(2,41 gr/cm<sup>3</sup>), *VIM*(4,34 %), *VMA*(16,33%), *VFB*(68,21%) dan *MQ*(550,97 kg/mm). Sedangkan untuk bahan pengisi abu batu bata nilai KAO yang didapat adalah sebesar 5,3% dengan nilai stabilitas (1966,47 kg), *flow*(3,21 mm), *Density* (2,40 gr/cm<sup>3</sup>), *VIM*(3,95 %), *VMA*(17,13%), *VFB*(72,03%) dan *MQ*(614,29 kg/mm).

Karakteristik campuran aspal beton dengan *filler* abu batu bata secara keseluruhan dari kadar aspal yang digunakan menghasilkan nilai parameter *marshall* yang rata-rata memenuhi spesifikasi teknis. Sedangkan pada aspal beton yang menggunakan *filler* tanah secara keseluruhan kadar aspal yang digunakan hanya pada kadar tertentu yang memenuhi keseluruhan dari spesifikasi teknis.

## **II. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Pengadaan Bahan**

Material yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari agregat, aspal dan *filler*. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Perbedaan jenis agregat diketahui berdasarkan uji analisa saringan. Agregat kasar adalah agregat yang lolos saringan No. 1 dan tertahan di saringan No. 4. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200. Sedangkan *Filler* adalah agregat yang lolos saringan No. 200.

Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari mesin pemecah batu (*Stone Crusher Unit*) yang berlokasi di Blang Bintang Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh yang telah lolos uji spesifikasi teknis. *Filler* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dan abu batu bata sebagai pengganti semen. Tanah dan abu batu bata diperoleh dari salah satu pabrik batu bata yang ada di Gampong Lambaro Angan, Kecamatan Darussalam, Kabupaten Aceh Besar. Aspal yang digunakan didalam penelitian ini adalah jenis aspal penetrasi 60/70 yang telah tersedia di Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.

### **2.2 Pengujian Agregat**

Untuk mendapatkan campuran aspal beton yang baik maka perlu dilakukan pengujian terhadap agregat. Pengujian agregat perlu dilakukan agar agregat yang digunakan tepat dan sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Untuk data hasil pengujian terhadap agregat yang digunakan, diambil data sekunder dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

### **2.3 Pemeriksaan Aspal**

Aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70. Data hasil pengujian dan material aspal ini diperoleh dari Labotarium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.

### **2.4 Pengujian Bahan Pengisi (*Filler*)**

Pengujian terhadap bahan pengisi dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh. *Filler* yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. Tanah (silt)

*Filler* ini berbentuk tanah yang berasal dari daerah Gampong Lambaro Angan, Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar yang harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Tanah memiliki sifat fisis dan mekanis. Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang ada. Sedangkan sifat mekanis tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa tanah pada dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis. Sebelum digunakan sebagai bahan pengisi, tanah yang akan digunakan akan dilakukan pengujian berupa *specific gravity* (berat jenis) dan pengukuran pembagian butir (*grand size analysis*). Pengukuran berat jenis dilakukan dengan labu ukur (*pycnometer*) 100 cm<sup>3</sup>. Air yang digunakan adalah air yang bersumber dari pipa PDAM. Penghilangan gelembung udara dari pori tanah dilakukan dengan vakum bertekanan 74 cmHg selama 10 menit. Bagian sampel yang diukur terlebih dahulu dikeringkan dalam oven 105°C selama 24 jam. Adapun nilai berat jenis yang didapat adalah nilai rata-rata dari dua sampel yang dikerjakan. Pengukuran pembagian butir dikerjakan dengan cara sampel dikeringkan didalam oven selama 24 jam dan kemudian dicuci diatas saringan No 200. Fraksi yang tertinggal diatas saringan dikeringkan kembali sebelum diayak dengan susunan ayakan yang dipakai secara menyeluruh. Setelah didapat hasil dari pengujian diatas maka tanah yang akan digunakan sebagai bahan pengisi dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dipanaskan didalam oven hingga kering dan mengeras lalu dihancurkan hingga halus lalu ditumbuk dengan alat penumbuk yang tersedia di lokasi penelitian. Tanah yang telah di tumbuk hingga halus diayak dengan ayakan No. 200 untuk digunakan sebagai bahan pengisi dalam penelitian ini. Adapun gambar *filler* tanah dapat dilihat pada Gambar 1(a).

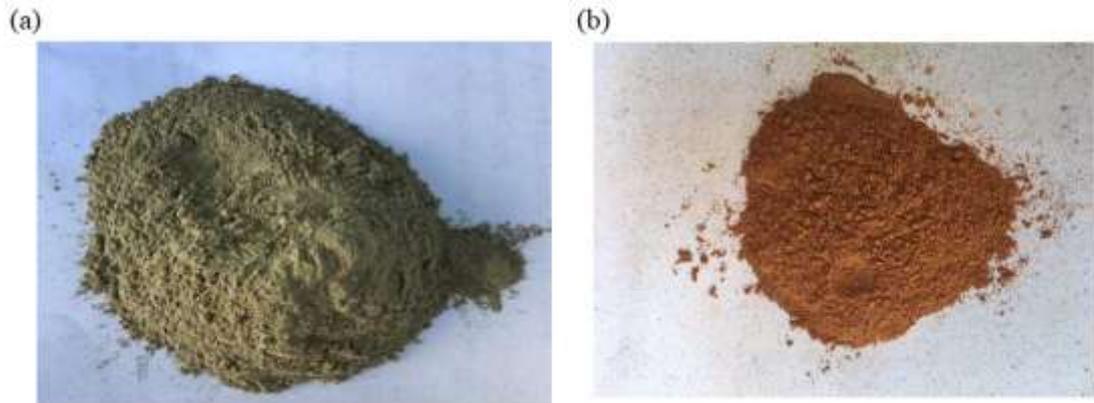
2. Abu batu bata merah

*Filler* ini berbentuk abu hasil dari batu bata merah yang telah ditumbuk hingga halus sehingga lolos saringan No. 200 (0,075) mm) yang bersal dari pabrik salah satu pabrik batu bata yang ada di daerah Gampong Lambaro Angan, Kecamatan darussalam Kabupaten Aceh Besar. Sebelum digunakan sebagai bahan pengisi abu batu bata dilakukan pengujian *spesific gravity* untuk mengetahui berat jenisnya. Alat yang digunakan berupa timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, piknometer, *oven*. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah menimbang berat piknometer, lalu isi benda uji ke dalam piknometer lalu timbang beratnya, tambahkan air kedalam piknometer yang berisi benda uji lalu timbang beratnya, lalu keluarkan benda uji dan air dalam piknometer lalu bersihkan dan tahapan terakhir isi piknometer dengan air(tanpa diisi benda uji) lalu beratnya ditimbang. Setelah didapat berat jenisnya kemudian batu bata merah ditumbuk hingga halus dengan alat penumbuk yang tersedia di lokasi penelitian agar lolos saringan No. 200. Adapun gambar *filler* abu batu bata dapat dilihat pada Gambar 1(b).

## **2.5 Perencanaan Campuran**

Suatu campuran aspal beton terdiri dari tiga material dasar yaitu Agregat kasar, Agregat halus dan *filler*. Dalam proses merencanakan suatu kombinasi pencampuran (presentase dari jumlah masing-masing dari ketiga fraksi yang dipakai) perlu dilakukan perencanaan dengan menentukan presentase limit dari masing masing material berdasarkan tabel gradasi gabungan yang diterbitkan oleh Bina Marga. Setelah didapat presentase dari agregat kasar yang tertahan disaringan No.4 maka dapat diketahui persentase agregat halus yang lolos dari saringan No.8. Setelah keduanya diketahui maka akan dicari persentase

agregat halus yang lolos dari saringan No.200. Hasil yang lolos dari saringan No.200 (*filler*) akan diganti dengan bahan berupa tanah dan abu batu bata. Setelah melakukan analisa kombinasi saringan maka agregat dan aspal yang telah memenuhi spesifikasi dilakukan pencampuran. Variasi kadar pencampuran aspal yaitu sebesar (4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%) terhadap berat campuran agregat dari masing-masing variasi kadar aspal seberat 1200 gram, dimana pada masing-masing ukuran saringan memiliki persentase berat.



Gambar 1. *Filler*: (a) Tanah dan (b) abu bata merah.

## 2.6 Persiapan Pembuatan Benda Uji

Setelah menentukan variasi kadar aspal dan didapat presentase berat untuk masing-masing agregat yang digunakan, maka kemudian dibuat benda uji dengan masing-masing 3 buah benda uji untuk setiap variasi kadar aspal yang digunakan.

Bahan pengisi yang digunakan pada pembuatan benda uji tersebut yaitu abu tanah dan abu batu bata yang sesuai dengan spesifikasi teknisnya. Uraian tahapan pembuatan benda uji sebagai berikut:

### 1. Persiapan Agregat Kasar dan Halus

Setelah selesai dilakukan analisa saringan, agregat yang telah dipisahkan berdasarkan gradasi dicuci hingga bersih dan dikeringkan didalam oven selama  $\pm 4$  jam hingga kering lalu dimasukkan kedalam plastik agar tidak bercampur dengan debu lainnya.

### 2. Persiapan *Filler*

Setelah selesai dilakukan analisa saringan, bahan pengisi yang telah lolos uji saringan 200 mm dimasukkan kedalam plastik agar tidak tercampur dengan material lainnya.

Setelah selesai tahapan-tahapan persiapan diatas, lalu agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi dicampurkan kedalam plastik sesuai dengan presentase masing-masing yang telah didapat sebanyak 30 plastik sesuai dengan jumlah rencana benda uji.

## 2.7 Pembuatan Benda Uji

Tahapan selanjutnya setelah agregat sudah dipisahkan sesuai dengan kadar masing-masing agregat campuran, campuran dituang ke dalam wajan dipanaskan beserta dicampur dengan aspal sesuai dengan kadar rencana lalu diaduk hingga merata pada suhu  $\pm 140^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya dilakukan proses pemadatan dimana setiap benda uji ditumbuk dengan menggunakan alat pemadat sebanyak  $2 \times 75$  (75 kali untuk setiap sisi atas dan bawah dari benda uji). Tumbukan dikerjakan sesuai dengan prosedur AASHTO T – 245 – 74. Benda uji yang telah selesai dipadatkan didalam cetakan, dibiarkan pada suhu ruangan selama  $\pm 24$

jam. Tahapan selanjutnya sebelum benda uji direndam di dalam air pada suhu ruangan selama  $\pm 24$  jam, benda uji ditimbang berat keringnya lalu kemudian ditimbang di dalam air dan di timbang berat kering permukaan untuk mendapatkan nilai *density*, *VIM*, *VFB*, *VMA*.

Benda uji yang telah ditimbang berat kering, berat didalam air dan berat kering permukaan kembali direndam selama 30 – 40 menit di dalam *waterbath* pada suhu 60°C sebelum dilakukan pengujian dengan alat *marshall* untuk memperoleh besaran *marshall* seperti stabilitas, *flow* dan *MQ*. Adapun perencanaan pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Masing-masing Tiga Benda Uji Pada Kadar Aspal dengan Bahan Pengisi Tanah dan Abu batu bata merah.

No	Berat Agregat (Kg)	Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji
1	1200	4,5	2 x 3
2		5	2 x 3
3		5,5	2 x 3
4		6	2 x 3
5		6,5	2 x 3
Jumlah Total Benda Uji			30

## 2.8 Uji Marshall

[1-3] berpendapat, besaran-besaran *Marshall* menjadi *indicator* dalam menentukan karakteristik campuran aspal beton. Rancangan campuran berdasarkan metode marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan flowmeter untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).

[4,5] berpendapat keuntungan menggunakan metode Marshall adalah mudah dibawa dan dapat disesuaikan dengan alat stabilitas yang lain, sangat sederhana dengan memberikan hasil yang teliti dan dianggap merupakan suatu metode yang baik, dapat langsung digunakan untuk mengecek sejumlah campuran. Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Secara garis besar pengujian Marshall meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetric benda uji.

[6] berpendapat stabilitas Marshall adalah beban yang dapat ditahan benda uji saat akan runtuh dan nilai stabilitas dapat langsung di baca pada dial stabilitas. Besarnya nilai stabilitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S = PqR \quad (1)$$

dimana  $S$  ialah stabilitas (kg).  $q$  ialah angka koreksi ebnda uji.  $P$  ialah pem-bacaan dial stabilitas.  $R$  ialah kalibrasimarshall.

Berdasarkan [6] kelelehan plastis/*flow* adalah perubahan untuk benda uji campuran aspal beton saat akan runtuhnya yang di dapat dari pembacaan pada dial flow alat Marshall saat pengujian. Berat volume merupakan perbandingan antara berat benda uji dengan volumenya. Nilai density benda uji diperoleh dengan rumus:

$$G = \frac{c}{f} \quad (2)$$

dimana  $G$  ialah berat jenis benda uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).  $c$  ialah berat kering (gr). ( $f = d - e$ ) ialah volume isi ( $\text{cm}^3$ ).  $d$  ialah berat dalam keadaan jenuh permukaan kering (gr).  $e$  ialah berat dalam air (gr).

Rongga dalam campuran (void in mix), merupakan perbandingan antara volume rongga dengan volume benda uji, dinyatakan dalam persen. Nilai VIM di peroleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N = 100 - \left(100 \frac{G}{H}\right) \quad (3)$$

$$H = \frac{100}{\left(\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}\right)} \quad (4)$$

dimana  $N$  ialah nilai VIM (%).  $H$  ialah berat jenis campuran.  $Ps$  ialah persentase agregat.  $Gb$  ialah persentase aspal.  $Gse$  ialah berat jenis agregat.  $Gb$  ialah berat jenis aspal.

VMA atau rongga antar butiran agregat adalah besarnya rongga yang terdapat pada susunan butir. Besarnya nilai VMA diisyaratkan adalah 12%-18% [4,5]. Nilai VMA dapat dihitung dengan rumus:

$$VMA = 100 - (100 - B) \frac{G}{Gse} \quad (5)$$

dimana  $VMA$  ialah persen rongga terhadap agregat (%).  $B$  ialah persen aspal terhadap campuran (%).

Rongga terisi aspal / bitumen (void filled by bitumen) merupakan perbandingan antara rongga-rongga yang terisi aspal dengan volume benda uji. Nilai VFB dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$VFA = 100 \frac{BG}{VMA} \quad (6)$$

dimana  $VFA$  ialah Rongga terisi aspal (%).

$MQ$  disebut juga hasil bagi Marshall, merupakan hasil bagi antara stabilitas Marshall dengan nilai flow. Nilai stabilitas Marshall dan flow yang tinggi menunjukkan campuran aspal beton yang kaku, sehingga bila menerima beban maka akan mudah retak. Nilai  $MQ$

dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$MQ = \frac{S}{flow} \quad (7)$$

dimana *MQ* ialah *Marshall Quotient*.

Pada kesempatan lain [1-3] berpendapat, lapisan aspal beton harus memenuhi beberapa persyaratan seperti stability, flexibility, durability, impermeability, skid resistance, dan stuffnes. Dalam penentuan kadar aspal optimum yang memenuhi semua persyaratan tersebut memiliki range yang disebut koridor kadar aspal optimum. Pada koridor kadar aspal optimum terdapat batas kiri sebagai kadar aspal terendah dan batas kanan sebagai kadar aspal tertinggi.

### **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Nilai Stabilitas**

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 dapat dilihat bahwa keseluruhan nilai hasil pengujian stabilitas kedua campuran memenuhi nilai stabilitas spesifikasi teknis yang diisyaratkan. Nilai stabilitas tertinggi benda uji dengan filler tanah ada pada kadar aspal 4,5% sebesar 2479,62 Kg dan nilai terendah ada pada kadar aspal 6,5% sebesar 1345,64 Kg. Sedangkan untuk benda uji dengan filler abu batu bata nilai stabilitas tertinggi juga diperoleh pada kadar aspal 4,5% sebesar 2223,84 Kg dan nilai terendah juga berada pada kadar aspal 6,5% sebesar 1959,81 Kg. Penggunaan filler abu batu bata memiliki nilai stabilitas rata-rata yang lebih baik dari pada penggunaan filler tanah dan semakin rendah kadar aspal yang digunakan maka nilai stabilitas yang diperoleh juga akan semakin tinggi. Nilai stabilitas yang semakin tinggi akibat penggunaan kadar aspal yang semakin kecil dikarenakan kadar aspal yang lebih sedikit membuat campuran menjadi lebih kaku dan agregat mampu menahan beban lebih maksimal.

#### **3.2 Pengujian Flow**

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 dapat dilihat pada campuran aspal beton yang menggunakan filler tanah, nilai flow menunjukkan pola yang berbeda secara umumnya. Sejatinya semakin tinggi kadar aspal maka nilai flow akan semakin besar. Pada campuran dengan filler tanah nilai flow tertinggi ada pada kadar aspal 5%, dan 5,5% dan pada kadar aspal 6% dan 6,5% nilai flow mengalami penurunan nilai yang signifikan. Penurunan nilai flow ini kemungkinan dipengaruhi oleh berkurangnya kemampuan aspal mengikat campuran karena persentase penggunaan filler tanah yang semakin besar akibatnya aspal menggumpal dengan tanah sehingga daya kunci antar agregat tidak sempurna. Sedangkan nilai flow yang diperoleh pada campuran dengan filler abu batu bata nilai flow cenderung meningkat sering dengan penggunaan kadar aspal yang semakin besar hal ini menunjukkan bahwa penggunaan filler abu batu bata lebih baik dan tidak mempengaruhi fungsi aspal dalam mengikat agregat didalam campuran.

#### **3.3 Data Density**

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 dapat dilihat bahwa nilai density kedua campuran aspal

beton baik yang menggunakan filler tanah dan abu batu bata, nilai density yang diperoleh secara keseluruhan memenuhi nilai spesifikasi teknis yang disyaratkan yaitu minimal 2%. Hal tersebut menunjukkan kedua filler dapat dengan baik mengisi rongga campuran saat dipadatkan sehingga nilai saling mengunci antar agregat bisa terjadi dengan baik. Besar kadar aspal yang digunakan juga ikut mempengaruhi nilai density. Hal ini terjadi karena dengan semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka aspal akan dapat menyelimuti secara maksimal keseluruhan material pada kedua campuran tersebut. Nilai density didapat berdasarkan hasil pembagian antara berat kering dengan berat isi benda uji. Jadi dapat disimpulkan nilai density yang berbeda disebabkan oleh berat benda uji yang berbeda beda. Hal ini bisa terjadi karena mungkin sebagian material lengket di wajan dan alat pengaduk dan tertinggal dialat pemadat saat dilakukan pemadatan.

### **3.4 Voids In Mix (VIM)**

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 hasil yang diperoleh dari penelitian maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM akan semakin mengecil karena sejatinya VIM adalah rongga yang ada didalam campuran. Hal ini disebabkan karena semakin banyak aspal maka campuran akan semakin terbungkus sempurna sehingga rongga rongga didalam campuran semakin kecil karena terisi dengan baik oleh aspal. Apabila rongga didalam campuran terlalu kecil, rongga udara pada campuran akan semakin kedap terhadap air, tetapi hal ini juga mengakibatkan udara tidak dapat masuk kedalam lapisan sehingga aspal menjadi rapuh dan getas. Namun apabila semakin besar rongga udara dan kadar aspal yang semakin rendah maka akan mengakibatkan kelelahan lebih cepat. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai VIM yang memenuhi nilai spesifikasi teknis yang disyaratkan hanya ada pada kadar aspal tertentu. Pada aspal beton yang menggunakan filler tanah nilai VIM yang memenuhi spesifikasi hanya diperoleh pada kadar aspal 4,5% dan 5% sedangkan pada aspal beton yang menggunakan filler abu batu bata merah nilai VIM yang memenuhi spesifikasi hanya diperoleh pada kadar aspal 5% dan 5,5%.

### **3.5 Data Voids In Mineral Agregat (VMA)**

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 yang merupakan hasil penelitian yang dilakukan, nilai VMA pada campuran aspal beton bergradasi rapat dengan filler tanah dan abu batu bata secara memenuhi spesifikasi teknis yang disyaratkan. Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan agregat campuran dapat dipadatkan secara baik, sehingga ikatan antar agregat kuat yang menghasilkan nilai stabilitas yang tinggi. Semakin tinggi nilai VMA maka angka stabilitas campuran akan semakin tinggi. Sedangkan semakin rendah nilai VMA angka stabilitas campuran akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan rongga didalam campuran semakin besar akibat kepadatan campuran yang semakin berkurang. Nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal dan berat isi campuran. Nilai VMA dari campuran yang menggunakan filler abu batu bata menurun secara perlahan sesuai dengan penurunan dari angka stabilitas yang diperoleh. Namun pada campuran dengan filler tanah nilai VMA memiliki pola yang berbeda yaitu setelah mengalami penurunan akan tetapi kembali meningkat pada kadar aspal selanjutnya. Hal ini berbeda dengan nilai stabilitas yang diperoleh. Nilai VMA yang tidak stabil dari filler tanah mungkin disebabkan oleh filler tanah yang menggumpal dengan aspal sehingga campuran tidak terpadatkan dengan baik.

### 3.6 Data Voids Filled by Bitumen (VFB)

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar aspal maka nilai VFB yang didapat akan semakin baik, begitu pula sebaliknya semakin kecil kadar aspal maka nilai VFB yang diperoleh akan semakin rendah, hal ini dikarenakan kadar aspal yang lebih besar mampu membungkus campuran dengan baik sehingga campuran menjadi lebih padat. Berdasarkan Berdasarkan Tabel 2 dan 3 yang merupakan hasil penelitian, nilai VFB pada campuran aspal beton bergradasi rapat yang menggunakan filler tanah dan abu bata diperoleh nilai yang memenuhi spesifikasi teknis yang disyaratkan yaitu sebesar 65%. Nilai yang tidak memenuhi spesifikasi teknis hanya didapat pada campuran aspal beton yang menggunakan filler abu batu bata pada kadar aspal 4,5% yang nilainya sedikit rendah dari nilai spesifikasi yang ditentukan. Hal ini terjadi karena jumlah kadar aspal yang sedikit sehingga keseluruhan rongga dalam campuran tidak dapat terisi dengan baik. Sedangkan pada koridor kadar aspal lainnya rongga dalam campuran dapat terisi dengan baik dikarenakan penggunaan kadar aspal yang meningkat. VFB adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Aspal VFB adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat dalam campuran padat. VFB inilah menjadi film atau selimut aspal, yang menjadi indikator tentang durability campuran.

Tabel 2. Keseluruhan Nilai Parameter Marshall Filler Tanah

Pengujian	Kadar aspal (%)					Satuan
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas	2479,62	1577,85	1699,24	1566,94	1357,82	kg
Flow	3,20	4,17	4,15	2,83	2,80	mm
Density	2,42	2,41	2,46	2,46	2,46	gr/cm <sup>3</sup>
VIM	4,59	4,17	1,20	0,82	0,11	%
VMA	15,91	16,61	15,11	15,86	16,33	%
VFB	65,90	69,75	86,24	89,28	93,94	%
MQ	809,49	378,63	428,02	561,39	484,94	kg/mm

Tabel 3. Keseluruhan Nilai Parameter Marshall Filler Bata

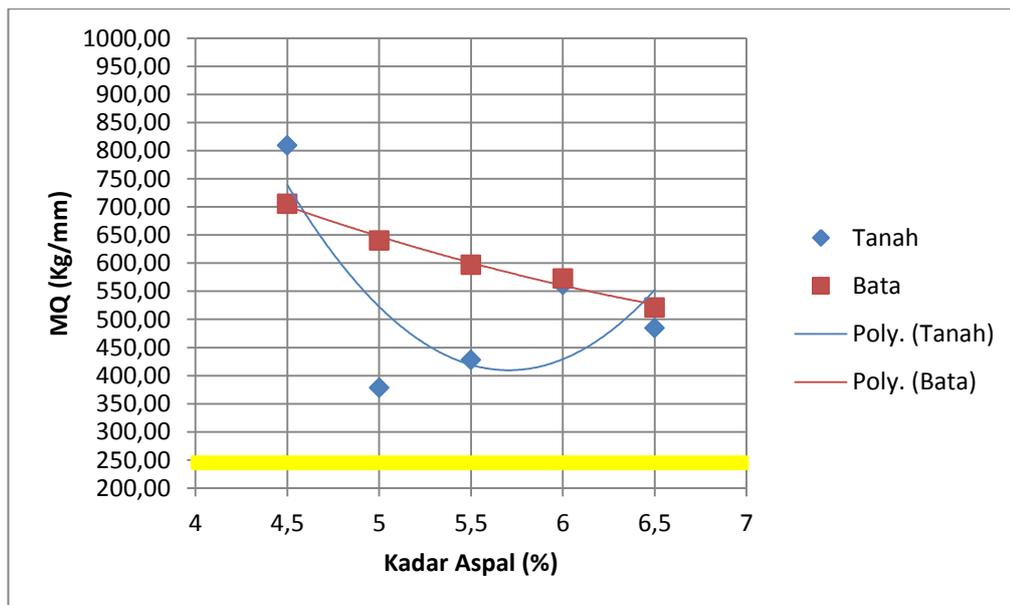
Pengujian	Kadar aspal (%)					Satuan
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas	2223,84	1958,00	1972,11	2009,32	1959,81	kg
Flow	3,47	3,07	3,30	3,50	4,23	mm
Density	2,36	2,40	2,40	2,45	2,45	gr/cm <sup>3</sup>
VIM	6,77	4,28	3,74	0,96	0,06	%
VMA	17,90	16,78	17,36	16,05	16,36	%
VFB	57,00	69,04	74,03	88,06	93,76	%
MQ	705,23	640,30	596,96	572,46	521,04	kg/mm

### 3.7 Data Marshall Quotient

Dari hasil pengujian terhadap benda uji yang menggunakan filler tanah dan abu batu bata pada koridor kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% diperoleh nilai MQ tertinggi

ada pada kadar aspal 4,5% sebesar 809,49 kg/mm dan nilai terendah ada pada kadar aspal 5% sebesar 378,63 kg/mm. Sedangkan untuk benda uji dengan filler abu batu bata nilai MQ tertinggi diperoleh pada kadar aspal 4,5% sebesar 705,23 kg/mm dan nilai terendah berada pada kadar aspal 6,5% sebesar 521,04 kg/mm. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan semakin besar kadar aspal maka menyebabkan nilai MQ semakin rendah begitu pula sebaliknya. Akan tetapi apabila nilai MQ terlalu tinggi maka campuran akan kaku dan fleksibilitasnya rendah begitu pula sebaliknya. Untuk lebih jelasnya, perbandingan kedua nilai MQ tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

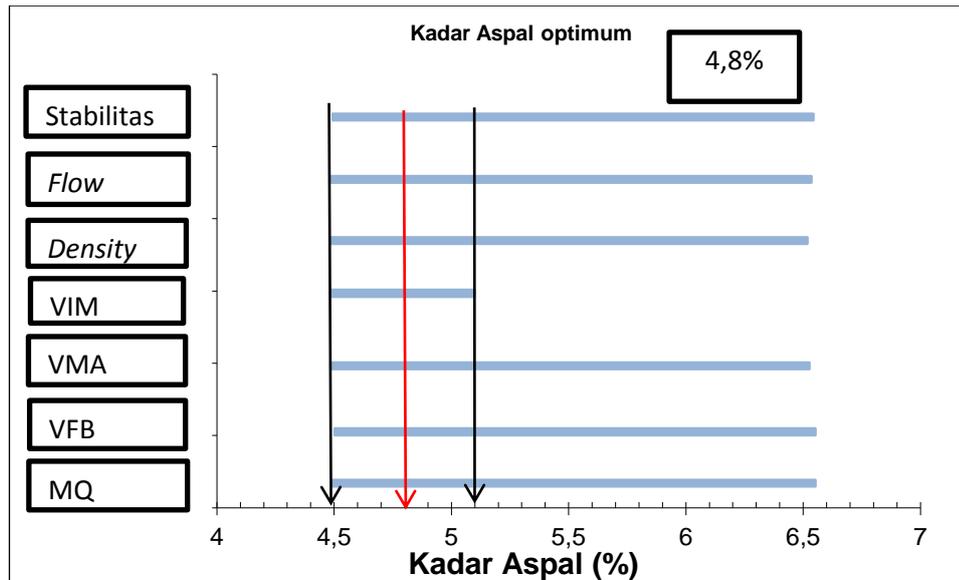
Nilai Marshall quotient (MQ) merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan dari suatu lapis perkerasan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai MQ pada campuran aspal beton bergradasi rapat dengan filler tanah dan abu bata merah nilai yang diperoleh keseluruhan memenuhi nilai minimum yang disyaratkan. Berdasarkan Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa nilai MQ pada campuran yang menggunakan filler abu batu bata, nilai yang didapat memiliki pola penurunan yang teratur. Sedangkan untuk campuran dengan filler tanah pola yang didapat agak berbeda. Hal ini dikarenakan nilai stabilitas dan flow bata memiliki penurunan yang lebih stabil dari pada nilai stabilitas dan flow pada campuran dengan filler tanah sehingga grafiknya kurang beraturan. Berdasarkan hasil yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu batu bata lebih baik dari pada filler tanah sebagai filler pengganti semen pada campuran aspal beton bergradasi rapat.



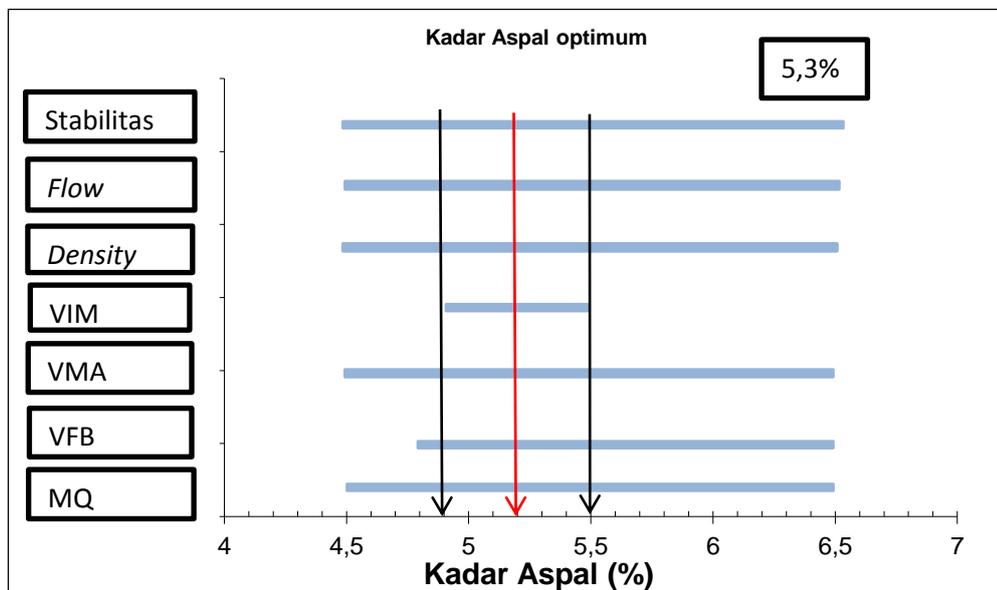
Gambar 2. Perbandingan Angka MQ

### 3.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum(KAO) merupakan kadar aspal dimana keseluruhan nilai parameter marshall memenuhi spesifikasi teknis. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan yang meliputi stabilitas, flow, density, VIM, VMA, VFB dan MQ, maka didapat nilai KAO untuk filler tanah dan Batu bata seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4 dan Tabel 4.



Gambar 3. KAO *Filler* Tanah



Gambar 4. KAO *Filler* Abu bata

Tabel 4. Nilai Masing-masing Parameter Marshall Berdasarkan KAO kedua Campuran

No	Jenis filler	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	MQ (Kg/mm)
1	Tanah	4,8	1938	3,7	2,4	4,3	16,3	68,2	550
2	Abu bata	5,3	1966	3,2	2,4	3,9	17,1	72	614,2

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan, pengolahan dan pembahasan aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah layak digunakan sebagai perencanaan perkerasan lentur pada konstruksi jalan raya. Kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh dari campuran aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah adalah 4,8%. Aspal beton yang menggunakan

bahan pengisi abu batu bata layak digunakan sebagai perencanaan perkerasan lentur pada konstruksi jalan raya. Kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh dari campuran aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah adalah 5,3%. Kedua bahan pengisi secara keseluruhan memiliki perbedaan karakteristik yang nyata berdasarkan nilai parameter *marshall*. Hal ini juga dapat dilihat berdasarkan uji analisa anova single faktor pada kedua jenis benda uji yang didapat. Penggunaan abu batu bata merah sebagai bahan pengisi pada campuran aspal beton bergradasi rapat memiliki nilai rata-rata yang lebih baik untuk setiap nilai parameter *marshall* yang didapatkan. Pada penelitian aspal beton dengan kedua bahan pengisi didapat untuk aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah dengan kadar aspal optimum yang didapat pembuatannya lebih ekonomis. Hal ini disebabkan oleh penggunaan kadar aspal yang lebih sedikit dari pada aspal beton yang menggunakan bahan pengisi abu batu bata merah.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Sukirman, S., 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S., 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S., 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Nova Untuk Jalan Raya.
- Anonim, 1990. *Standard Specification for Transportation Material and Method of Sampling and Testing*. Washington, DC.
- Anonim, 1990. *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Bukhari, dkk, 2004. *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh