

**PENGARUH VARIASI KADAR FILLER TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK  
CAMPURAN PANAS ASPAL AGREGAT (AC-BC)  
DENGAN PENGUJIAN MARSHALL**

**Oleh :  
M i s b a h  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Padang**

---

**Abstrak**

Jalan sebagai salah satu sarana transportasi yang digunakan masyarakat dalam meningkatkan kesejahteraan pada umumnya dan perekonomian khususnya. Dengan biaya pembangunan dan perawatan jalan yang besar, berakibat pembangunan jalan dititik beratkan pada peningkatan mutu jalan, baik dari segi biaya, metoda pelaksanaan maupun segi pemeliharaan sehingga diperoleh hasil maksimal dan jalan bisa bertahan lama. Pada perkerasan jalan sering ditemui permukaan jalan yang sudah mengalami kerusakan sebelum umur rencana tercapai. Ini disebabkan beberapa hal diantaranya : pemeliharaan jalan yang belum optimal, muatan kendaraan melebihi kapasitas muat kendaraan, pengaruh faktor aspal dan faktor gradasi agregat, serta pelaksanaan perkerasan yang tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum. Untuk itu, perlu suatu metoda sebagai pedoman untuk mengetahui terjadinya penyimpangan pelaksanaan yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum. Salah satu metode adalah analisa pengaruh variasi kadar filler terhadap nilai karakteristik campuran Asphalt Concrete-Bearing Course (AC-BC). Lapisan perkerasan lentur Asphalt Concrete-Bearing Course (AC-BC) adalah lapisan perkerasan yang digunakan sebagai lapis permukaan atau lapis aus, untuk itu diperlukan campuran AC-BC yang memenuhi standar. Dari hasil penelitian "Pengaruh Variasi Kadar Filler terhadap Nilai Karakteristik Campuran Panas Aspal Agregat (AC-BC) dengan pengujian Marshall didapatkan bahwa dengan menurunkan kadar filler hingga 50% dari kondisi normal ( 100 % ), mengakibatkan nilai Flow dan VFA mengalami penurunan dari kondisi normal (100 %), sedangkan nilai VIM mengalami kenaikan dari kondisi normal (100%), hal ini mengakibatkan nilai karakteristik campuran Marshall tidak memenuhi spesifikasi campuran yang disyaratkan.

*Kata Kunci : Variasi Kadar Filler, Karakteristik Marshall*

**Abstract**

*Road as one of the means of transport used in improving the welfare of society in general and the economy in particular. With the cost of construction and maintenance of major roads, resulting in the construction of the road put emphasis on improving the quality of roads, both in terms of cost, in terms of the method of implementation and maintenance in order to obtain maximum results and can last a long road. On the road pavement frequently encountered road surface is already damaged before the design life is reached. This is due to several things including: road maintenance that is not optimal, vehicle load exceeds the load capacity of the vehicle, the influence factor of asphalt and aggregate grading factors, as well as the implementation of the pavement that does not meet the specification requirements of the Ministry of Public Works. For that, it needs a method as a guideline to determine the occurrence of irregularities implementation specification that meets the requirements of the Ministry of Public Works. One method is to analyze the influence of filler content variation on the value of the characteristic mix-Bearing Course Asphalt Concrete (AC-BC). Layer flexible pavement-Bearing Course Asphalt Concrete (AC-BC) is used as a pavement surface layer or layers of wear, it is necessary to mix AC-BC that meets the standards. From the results of the study "Effect of Filler Content Variation of the Characteristics Value Hot Asphalt Mixture Aggregates (AC-BC) with Marshall test found that by lowering the levels of filler up to 50% of normal (100%), resulting in the value of Flow and VFA decreased from normal conditions (100%), while the value of VIM increased from normal (100%), this resulted in the value of the Marshall mix characteristics of the mixture does not meet the required specifications.*

*Keywords: Coarse Aggregate Variation , Marshall Characteristics*

---

## 1. Pendahuluan

Pembangunan jalan di Indonesia akhir-akhir ini sangat meningkat, tidak hanya proyek pembangunan jalan baru tetapi juga proyek peningkatan jalan. Perencanaan Pembangunan jalan biasanya dibuat untuk masa pelayanan yang disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang ada, namun kadang sering ditemukan jalan mengalami kerusakan sebelum umur rencana tercapai. Faktor penyebab terjadi kerusakan diantaranya pemeliharaan jalan yang belum optimal, muatan kendaraan berlebih serta pengaruh faktor aspal dan faktor gradasi.

Proses pembuatan campuran dilakukan dengan dua kondisi yaitu : pembuatan campuran yang dilakukan dilaboratorium dan pembuatan campuran di AMP. Sebelum pembuatan campuran di AMP, sampel terlebih dahulu diuji di laboratorium dengan persyaratan material harus sesuai standar spesifikasi ideal, sehingga diharapkan aspal yang terpasang bisa memenuhi standar.

## 2. Metodologi

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat, yang mengandung hydrocarbon. Menurut Asphalt Institute, MS-22 2001, sifat-sifat aspal yang dibutuhkan untuk perkerasan jalan adalah :

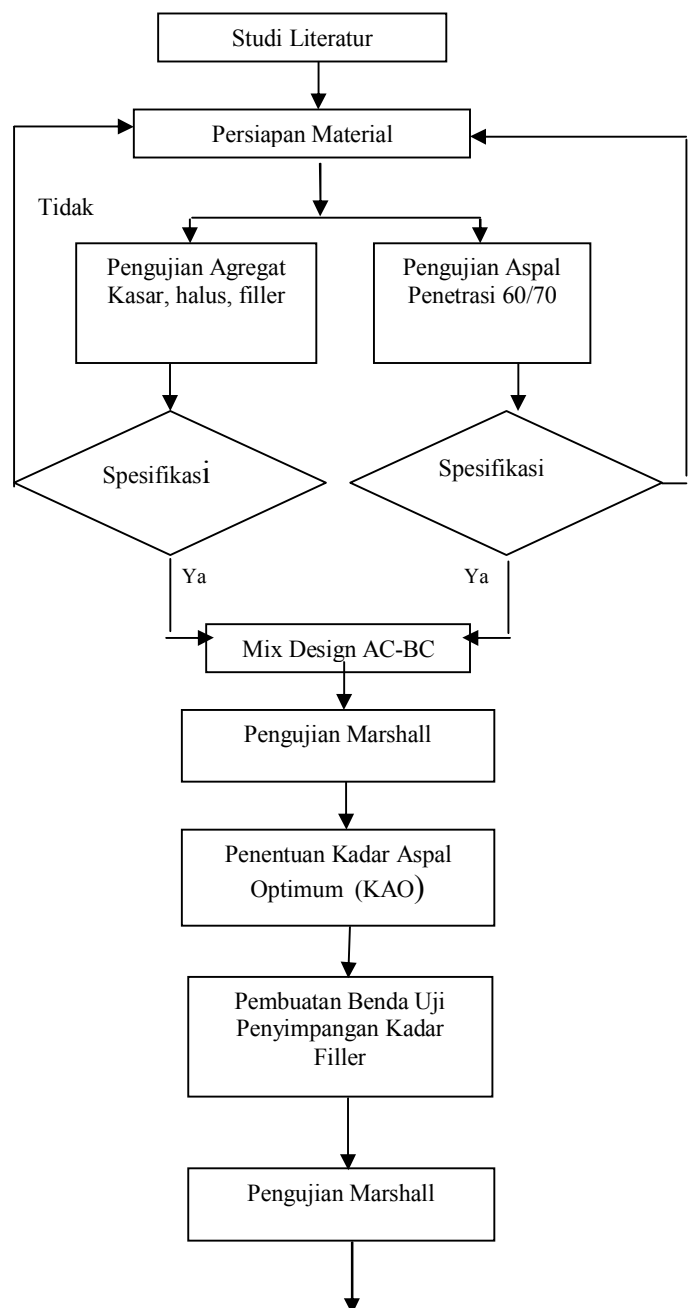
- Daya Tahan (Durabilitas)
- Adhesi dan Kohesi
- Kepekaan terhadap campuran
- Kekerasan aspal

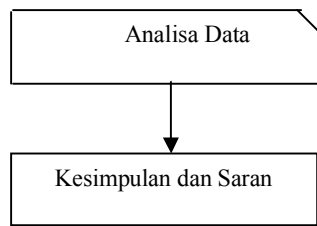
Agregat atau batuan adalah kumpulan butir-butir mineral alam maupun buatan yang dapat berupa batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lain.

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan (sekitar 90% - 95% berat atau 75% - 85% volume campuran).

Berdasarkan besar partikelnya agregat dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang tertahan saringan no : 8 (2,38 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lolos saringan no. 8 (2,38 mm) dan tertahan saringan no : 200 (0,075 mm).

Metoda pada penelitian ini berupa pembuatan dan pengujian sejumlah benda uji standar berbentuk tabung dengan diameter 102 mm (4 inch) dan tinggi 63,5 mm (2.5 inch). Pematatan dilakukan dengan penumbukan sebanyak 75 kali per bidang di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang dengan total benda uji 15 buah (terdapat 5 variasi dan tiap variasi terdiri dari tiga benda uji) dengan pengurangan 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% kadar filler.





Gambar. 1. Bagan Alir Penelitian

*SHELL BITUMEN (1990)* menyatakan bahwa campuran panas aspal agregat harus memiliki kemampuan untuk :

- Memiliki ketahanan terhadap deformasi permanen.
- Ketahanan terhadap retak lelah (fatigue)
- Mudah dikerjakan saat penghamparan sampai tingkat kepadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan.
- Bersifat kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan dibawahnya terhadap pemasukan air dari luar yang bersifat merusak.
- Tahan lama dan mampu menahan abrasi oleh lalu lintas, pengaruh air dan udara.
- Berperan dalam mendukung struktur perkerasan.
- Pemeliharaan mudah dan paling utama harganya murah.

Di dalam penelitian, pendekatan empiris yang dipakai yang sesuai dengan perhitungan Marshall adalah sebagai berikut :

- a) Berat jenis Bulk dari total agregat:

$$G_{sb} = \frac{P_1}{P_1/G_{sb}} + \frac{P_2}{P_2/G_{sb}} + \dots + \frac{P_n}{P_n/G_{sbn}}$$

- b) Berat jenis Apparent dari total agregat

$$G_{sa} = \frac{P_1}{P_1/G_{sa_1}} + \frac{P_2}{P_2/G_{sa_1}} + \dots + \frac{P_n}{P_n/G_{san}}$$

- c) Berat jenis efektif dari total agregat

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2}$$

- d) Isi Bulk dari campuran padat, cc

$$V_{bulk} = W_{ssd} - W_w$$

- e) VIM/Rongga didalam campuran (prosentase dari volume total)

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

- f) VMA/Rongga dalam agregat (prosentase dari volume total)

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} - P_s}{G_{sb}}$$

- g) VFA/Rongga terisi aspal (prosentase dari VMA)

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

- h) Penyerapan aspal

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} G_{sb}} \times G_b$$

- i) Kadar aspal efektif dari total campuran

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s$$

Dengan maksud,

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = prosentase berat agregat

$G_{sb}, G_{sb n}$  = berat jenis dari agregat

$G_{sa1}, G_{sa n}$  = berat jenis apparent dari agregat

$G_{sa}$  = berat jenis apparent dari total agregat

$G_{sb}$  = berat jenis bulk dari total agregat

$V_{bulk}$  = volume bulk campuran dipadatkan

$W_{ssd}$  = berat jenis kering permukaan

$W_w$  = berat dalam air

$G_{mb}$  = berat jenis bulk pada campuran padat

$G_{mm}$  = berat jenis teoritis maksimum campuran padat

$P_{mm}$  = prosentase berat dari total campuran lepas 100%

$P_b$  = kadar aspal

$G_b$  = berat jenis aspal

$P_s$  = prosentase berat agregat VIM rongga dalam campuran

VIM = rongga dalam campuran

VFA = rongga udara terisi aspal

VMA = rongga udara dalam agregat

$P_{ba}$  = penyerapan aspal, prosentase dari berat agregat

$P_{be}$  = kadar aspal efektif, prosentase dari berat campuran

MS = Stabilitas Marshall, kg

MF	= Marshall Flow (mm)
MSS	= stabilitas Marshall pada kondisi standar (kg)
MSI	= stabilitas Marshall pada kondisi perendaman (kg)

### Pengujian Marshall

Pengujian Marshall adalah metode pengujian laboratorium untuk bahan dasar perkerasan yang meliputi pengujian karakteristik campuran dan perencanaan kadar aspal optimum. Pengujian ini menghasilkan sejumlah data Marshall properties dan terdiri dari *Stabilitas*, *Flow*, Rongga Antar Butir Agregat (*VMA*), Rongga dalam Campuran (*VIM*), Rongga Terisi Aspal (*VFA*), dan *Marshall Quotient (MQ)*.

### Hasil

Hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Agregat Kasar, berat jenis curah (bulk) sebesar : 2.475 gr/cc, berat jenis semu (Apparent) sebesar : 2.584 gr/cc dan penyerapan (Absorption) sebesar : 1.716 %.

Hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Agregat Halus, berat jenis curah (bulk) sebesar : 2.504 gr/cc, berat jenis semu (Apparent) sebesar : 2.654 gr/cc dan penyerapan (Absorption) sebesar : 2.136 %.

Hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Filler, berat jenis curah (bulk) sebesar : 2.565 gr/cc, berat jenis semu (Apparent) sebesar : 2.726 gr/cc dan penyerapan (Absorption) sebesar : 2.273 %.

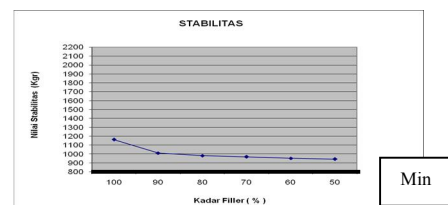
### 3. Pembahasan

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pembahasan tentang Marshall properties yang terdiri dari *Stabilitas*, *Flow*, Rongga Antar Butir Agregat (*VMA*), Rongga dalam Campuran (*VIM*), Rongga Terisi Aspal (*VFA*), dan *Marshall Quotient (MQ)*.

#### Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun mengalami

bleeding, nilai stabilitas dipengaruhi oleh kohesi/penetrasi, kadar aspal, gesekan (*internal Friction*), sifat saling mengunci (*interlocking*) dari partikel-partikel agregat, bentuk, tekstur permukaan serta gradasi agregat. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran menjadi terlalu kaku, hal ini berakibat perkerasan mudah menjadi retak bila menerima beban, tapi bila nilai stabilitas yang terlalu rendah campuran aspal agregat akan mudah mengalami *rutting* oleh adanya beban lalu lintas. nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

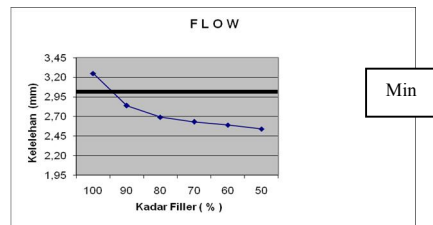


Gambar 1 : Hubungan Kadar Filler dengan Stabilitas

Hasil pemeriksaan memperlihatkan mengurangi kadar filler hingga 50% mengakibatkan nilai stabilitas menurun dari kondisi normal, tetapi nilai stabilitas masih berada diatas nilai minimal stabilitas. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar filler meningkatkan rongga dalam campuran, sehingga fungsi filler sebagai bahan pengisi pada rongga tidak tercapai karena pengurangan kadar filler tadi, namun kondisi diatas masih menunjukkan daerah tersebut memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu diatas 800 Kg.

#### Flow

*Flow* (kelelahan) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai dari awal pembebanan sampai dengan kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya, pengujian dengan alat Marshall. *Flow* (kelelahan) merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran agregat yang terjadi akibat pembebanan yang dilakukan sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam panjang. nilai *Flow* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

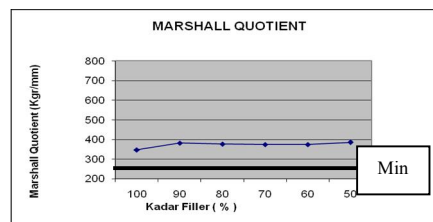


**Gambar 2 :** Hubungan Kadar Filler dengan Flow

Hasil pemeriksaan memperlihatkan mengurangi kadar filler hingga 50%, mengakibatkan nilai flow mengalami penurunan dari kondisi normal. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar filler meningkatkan rongga dalam campuran sehingga pengikatan agregat berkurang, sehingga fungsi filler sebagai bahan pengisi pada rongga tidak tercapai, kondisi ini mengakibatkan daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi campuran Departemen Pekerjaan Umum, yaitu min 3 mm.

### Marshall Quotient

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi Marshall dengan *flow*. Nilai *flow* menggambarkan nilai *fleksibilitas* dari campuran. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka campuran semakin lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil bagi Marshall yaitu nilai stability dan flow, penetrasi, viscositas aspal, kadar aspal campuran, bentuk dan tekstur permukaan agregat, gradasi agregat. nilai Marshall Quotient dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



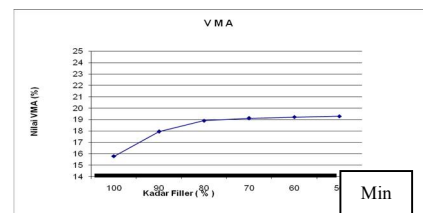
**Gambar 3 :** Hubungan Kadar Filler dengan MQ

Hasil pemeriksaan memperlihatkan mengurangi kadar filler pada campuran hingga 50 % mengakibatkan nilai MQ mengalami kenaikan dari kondisi normal, tetapi nilai MQ masih berada diatas batas nilai minimal MQ. Hal ini disebabkan karena sifat filler sebagai bahan pengisi dapat saling mengisi pada rongga yang sangat halus sehingga agregat dan

aspal saling mengikat. Kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut masih memenuhi spesifikasi campuran Departemen Pekerjaan Umum, yaitu min 250 kg/mm.

### Void in mineral aggregate (VMA)

Void in mineral agregat (VMA) merupakan rongga udara antar butiran agregat yaitu rongga udara yang ada diantara partikel campuran agregat aspa yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume campuran aspal agregat, faktor-faktor yang mempengaruhi void in mineral aggregate antara lain gradasi agregat (komposisi campuran agregat dan ukuran diameter butir terbesar), energi pemadat, kadar aspal dan bentuk butiran. nilai VMA dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



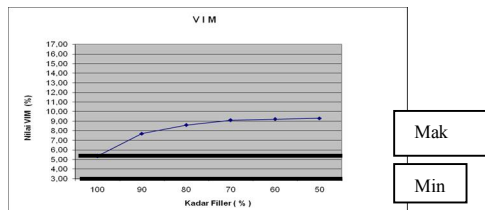
**Gambar 4 :** Hubungan Kadar Filler dengan VMA, .

Hasil pemeriksaan menunjukkan mengurangi kadar filler hingga 50 % mengakibatkan nilai VMA mengalami kenaikan dari kondisi normal. Hal ini disebabkan berkurangnya persentase kadar filler mengakibatkan meningkatnya kadar agregat kasar dan agregat halus, ini berpengaruh terhadap peningkatan jumlah rongga dalam campuran, namun kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut memenuhi spesifikasi campuran Departemen Pekerjaan Umum, yaitu min. 14 %.

### Void in the Mix (VIM)

Void in the mix (VIM) merupakan prosentase rongga dalam campuran, nilai VIM berpengaruh kepada keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous, hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat dimana air dan udara mudah masuk ke rongga-rongga dalam campuran, yang menyebabkan mudah teroksidasi

mengurangi keawetannya. Nilai VIM dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

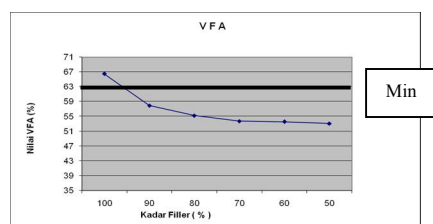


**Gambar 5 :** Hubungan Kadar Filler dengan VIM

Hasil pemeriksaan menunjukkan pengurangan filler hingga 50% mengakibatkan nilai VIM meningkat dari kondisi normal. Hal ini disebabkan berkurangnya persentase kadar filler mengakibatkan meningkatnya kadar agregat kasar maupun agregat halus, sehingga terjadi peningkatan rongga dalam campuran, ini mengakibatkan pengikatan agregat dengan aspal menjadi tidak optimal, namun kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi campuran Departemen Pekerjaan Umum, yaitu min. 3 – 5 mm.

### Void filled with Asphalt (VFA)

Void filled with Asphalt (VFA) yaitu rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami pemadatan yang dinyatakan dalam persen campuran setelah mengalami proses pemadatan terhadap rongga butiran agregat (VMA), sehingga nilai VFA dengan VMA mempunyai kaitan yang erat, faktor-faktor yang mempengaruhi VFA antara lain kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadat dan temperatur pemadatan, VFA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aspal naik kepermukaan pada temperatur tinggi, sedangkan nilai VFA yang terlalu rendah menyebabkan campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi (Roberts *et.AL*, 1991). Nilai VFA dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



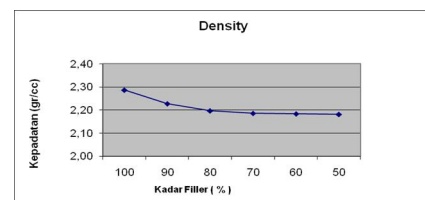
**Gambar 6 :** Hubungan Kadar Filler dengan VFA

Hasil pemeriksaan menunjukkan mengurangi kadar filler hingga 50% mengakibatkan nilai

VFA mengalami penurunan dari kondisi normal. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar filler meningkatkan rongga dalam campuran, sehingga kepadatan menjadi berkurang karena ikatan antara agregat mengecil, kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi campuran Departemen Pekerjaan Umum, yaitu min. 63 %.

### Kepadatan (*Density*)

Nilai *Density* adalah nilai berat volume untuk menunjukkan kepadatan dari campuran beton aspal, faktor-faktor yang mempengaruhi *Density* yaitu temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, semakin bertambahnya kadar aspal semakin banyak rongga-rongga udara yang terisi aspal, sehingga kerapatan semakin tinggi. Nilai *Density* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 7 :** Hubungan Kadar Filler dengan Density

Hasil pemeriksaan menunjukkan pengurangan kadar filler sampai 50 % mengakibatkan nilai *Density* mengalami penurunan dari kondisi normal. Hal ini disebabkan berkurangnya kadar filler mengakibatkan sifat filler sebagai bahan pengisi tidak berfungsi efektif karena rongga semakin besar akibat pengurangan kadar filler, ini menjadikan pengikatan agregat dengan aspal berkurang.

### Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan menurunkan kadar filler hingga 50 % dari kondisi normal, mengakibatkan nilai Flow dan VFA mengalami penurunan dari kondisi normal (100%), sedangkan nilai VIM mengalami kenaikan dari kondisi normal (100%).

2. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dengan melihat pada nilai karakteristik Marshall dan variasi kadar filler, tidak semua nilai karakteristik Marshall memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, maka variasi menurunkan kadar filler hingga 50% tidak boleh dilakukan.

series No. 22, Second Edition :  
Asphalt Institute Lexington, Kentucky.

## Referensi

- Balai Pengujian Kanwil PU Prop. Sumbar, Dinas Pekerjaan Umum, 2000, ***Bahan Kursus Asphalt Mix Training Program***, Puslitbang Jalan Bandung.
- Brown, S. 1990. *The Shell Bitumen Hand Book*. University of Nottingham.
- Kimpraswil, 2003, Seksi 6.3, ***Spesifikasi Campuran Beraspal Panas***.
- Kimpraswil, 2004, a. Buku I. ***Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas***.
- Kimpraswil, 2004, b. Buku I. ***Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas***.
- Standar Nasional Indonesia, SNI-06-2489-1991, ***Pengujian Campuran Beraspal dengan alat Marshall*** (AASHTO T-245-1978)
- Silvia.S, 1999, ***Perkerasan Lentur Jalan Raya***, Nova, Bandung.
- Suprpto, T, 1998, ***Model Rancangan Campuran Agregat Aspal Untuk Uji Marshall***, Media Teknik, FT-UGM, Yogyakarta.
- Totomihardjo, S, 2004, ***Bahan dan Struktur Jalan Raya***, Edisi Ketiga, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- The Asphalt Institute, 2001, ***Construction of Hot Mix Asphalt Pavement***, Manual