

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

Oleh :  
**Misbah**

Dosen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Padang

### Abstrak

Jalan merupakan salah satu sarana transportasi darat yang sangat vital dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk. Besarnya biaya pembangunan dan perawatan jalan, mengakibatkan proses perencanaan dan pembuatan jalan baru menjadi lambat. Dengan kondisi seperti diatas, mungkin akan lebih baik jika pembangunan jalan lebih difokuskan pada peningkatan mutu jalan yang ada, baik dari segi biaya, metoda pelaksanaan maupun segi pemeliharaan sehingga diperoleh hasil yang lebih maksimal dan jalan bisa bertahan lama. Pada kondisi sekarang sering kita temui jalan yang mengalami kerusakan sebelum umur rencana tercapai. Hal ini disebabkan beberapa faktor diantaranya : saat pelaksanaan fisik jalan terjadi penyimpangan-penyimpangan pada spesifikasi yang telah ditentukan Kementerian Pekerjaan Umum, pemeliharaan jalan yang belum optimal, muatan kendaraan yang berlebih dari tonase yang sudah ditentukan dan faktor campuran aspal dengan agregat. Untuk itu, diperlukan suatu metoda yang dapat mengetahui terjadinya penyimpangan pelaksanaan yang telah memenuhi syarat spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum. Salah satu metoda yang mungkin bisa jadi pedoman adalah metoda analisa pengaruh variasi kadar aspal terhadap nilai karakteristik campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) dengan Pengujian Marshall. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menurunkan kadar aspal hingga 25%, mengakibatkan nilai Flow, VFA dan VIM mengalami penurunan dari kondisi normal (100 %), sedangkan nilai Stabilitas, Marshall Quotient (MQ) dan VMA mengalami kenaikan dari kondisi normal (100 %), hal ini mengakibatkan nilai karakteristik campuran Marshall tidak memenuhi spesifikasi campuran.

Kata kunci : variasi kadar aspal, karakteristik aspal

### 1. Pendahuluan

Perkerasan jalan direncanakan untuk masa pelayanan yang disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang ada, sering kita temukan perkerasan jalan yang mengalami kerusakan sebelum umur rencana tercapai. Faktor penyebab terjadinya kerusakan diantaranya muatan kendaraan yang berlebih, pengaruh faktor aspal dan faktor gradasi. Proses pembuatan campuran dilakukan dengan dua kondisi yaitu: pembuatan campuran dilaboratorium dan pembuatan campuran di AMP. Sebelum pembuatan campuran di AMP, sampel terlebih dahulu diuji di laboratorium dengan syarat material harus sesuai standar spesifikasi ideal.

Pada proses pembuatan campuran di AMP, material agregat kasar, halus dan filler dimasukkan ke dalam bin dingin, kemudian agregat dialirkan dengan menggunakan ban berjalan dan bergetar ke bagian dryer (pengering). Dari dryer, agregat dialirkan ke unit saringan panas (*hot screen*). Kemudian agregat dialirkan ke bin panas (*hot bin*). Dari hot bin dialirkan ke bagian penimbangan. Dari penimbangan agregat dialirkan ke bagian pencampuran (*mixer pugmill*). Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan hasil produksi.

### 2. Tinjauan Pustaka

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 :

1. Daya tahan (durabilitas)
2. Adhesi dan kohesi
3. Kepekaan terhadap campuran

#### 4. 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).

### 3. Metodologi

Pada penelitian ini metoda pengujian berupa pembuatan dan pengujian sejumlah benda uji standar berbentuk tabung dengan diameter 102 mm (4 inch) dan tinggi 63,5 mm (2,5 inch). Pemadatan 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 3 benda uji). Dengan pengurangan 5%, 10%, 15%, 20%, 25% kadar aspal.

Shell Bitumen (1990) menyatakan bahwa campuran panas aspal agregat harus memiliki kemampuan untuk:

1. Memiliki ketahanan terhadap deformasi permanen.
2. Ketahanan terhadap retak lelah (*fatigue*).
3. Mudah dikerjakan saat penghamparan sampai tingkat kepadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan.
4. Bersifat kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan di bawahnya terhadap pemasukan air dari luar yang bersifat merusak.
5. Tahan lama dan mampu menahan abrasi oleh lalu lintas, pengaruh air dan udara.
6. Berperan dalam mendukung struktur perkerasan.
7. 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:

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

- b. Berat jenis Apparent dari total agregat

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

- 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. VITM/Rongga didalam campuran (prosentase dari volume total)

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

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

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

- g. VFWA/Rongga terisi aspal (prosentase dari VMA)

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

- h. Penyerapan aspal

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

- i. Kadar aspal efektif dari total campuran

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

## Keterangan :

|               |   |
|---------------|---|
| P1,P2,.....Pn | = prosentase berat agregat                            |
| Gsb, Gsb n    | = berat jenis dari agregat                            |
| Gsa1, Gsa n   | = berat jenis apparent dari agregat                   |
| Gsa           | = berat jenis apparent dari total agregat             |
| Gsb           | = berat jenis bulk dari total agregat                 |
| V bulk        | = volume bulk campuran dipadatkan                     |
| Wssd          | = berat jenis kering permukaan                        |
| Ww            | = berat dalam air                                     |
| Gmb           | = berat jenis bulk pada campuran padat                |
| Gmm           | = berat jenis teoritis maksimum campuran padat        |
| Pmm           | = prosentase berat dari total campuran lepas 100%     |
| Pb            | = kadar aspal   |
| Gb            | = berat jenis aspal                                   |
| Ps            | = prosentase berat agregat VIM rongga dalam campuran  |
| VITM          | = rongga dalam campuran                               |
| VFWA          | = rongga udara terisi aspal                           |
| VMA           | = rongga udara dalam agregat                          |
| Pba           | = penyerapan aspal, prosentase dari berat agregat     |
| Pbe           | = 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)    |

### 3.1. Hipotesis

Campuran panas aspal-agregat dalam penelitian ini adalah laston lapis pondasi atas AC – BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) yang merupakan campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu yang dicampur dalam keadaan panas. Agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*). Dalam penelitian ini akan diteliti pengaruh variasi kadar aspal terhadap karakteristik Marshall sesuai dengan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum.

### 3.2. 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 (*VITM*), rongga terisi aspal (*VFWA*), dan *Marshall Quotient (MQ)*.

## 4. Hasil dan Pembahasan

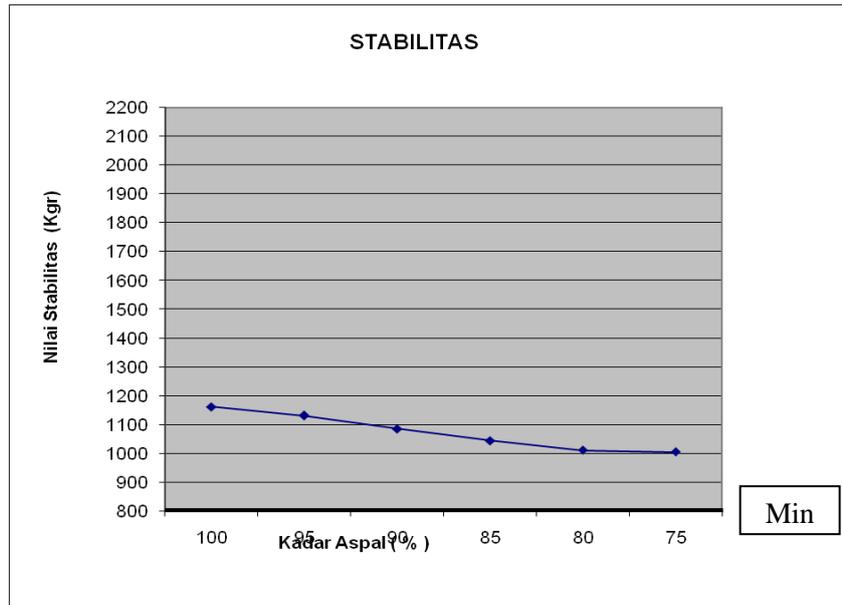
### 4.1. Hasil

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Agregat Kasar, berat jenis curah (bulk) sebesar: 2,483 gr/cc, berat jenis semu (apparent) sebesar : 2,594 gr/cc, dan penyerapan (absorption) sebesar: 1,725 %. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Agregat Halus, berat jenis curah (bulk) sebesar: 2,518 gr/cc, berat jenis semu (apparent) sebesar : 2,662 gr/cc, dan penyerapan (absorption) sebesar: 2,146 %. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Filler, berat jenis curah (bulk) sebesar : 2,574 gr/cc, berat jenis semu (apparent) sebesar : 2,735 gr/cc, dan penyerapan (absorption) sebesar : 2,282 %.

**4.2. Pembahasan**

**4.2.1. 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:

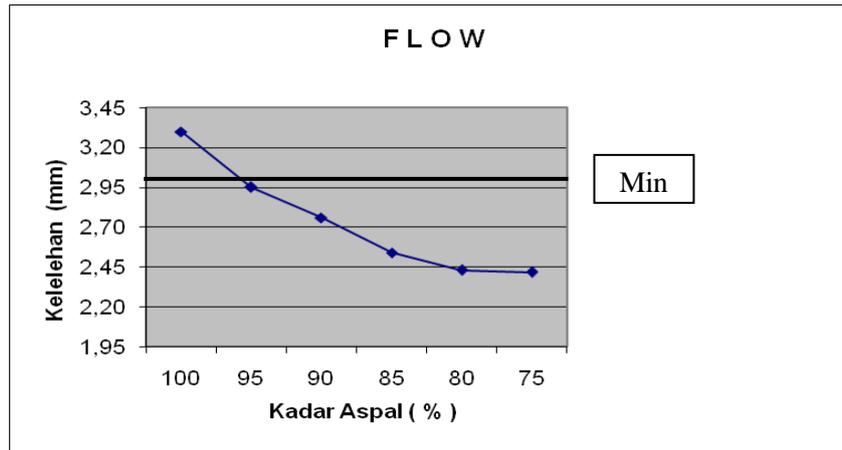


Gambar 1. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas

Hasil pemeriksaan memperlihatkan mengurangi kadar aspal sampai 25 % mengakibatkan nilai stabilitas mengalami penurunan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan berkurangnya kadar aspal dalam campuran mengakibatkan banyak permukaan campuran yang tidak diselimuti aspal yang berakibat pengikatan agregat terhadap aspal menjadi berkurang, kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut masih memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu diatas 800 Kg.

**4.2.2. 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:

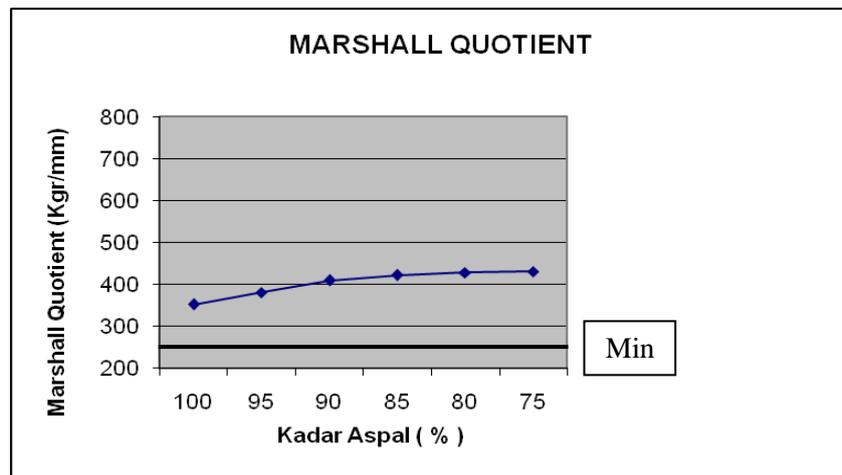


Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow

Hasil pemeriksaan memperlihatkan mengurangi kadar aspal sampai 25 % mengakibatkan nilai *flow* mengalami penurunan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan berkurangnya persentase kadar aspal sampai 25% pada campuran mengakibatkan banyak permukaan agregat yang tidak terselimuti oleh aspal, sehingga pengikatan antara agregat dengan aspal tidak optimal, kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu dibawah 3 mm.

**4.2.3. 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:

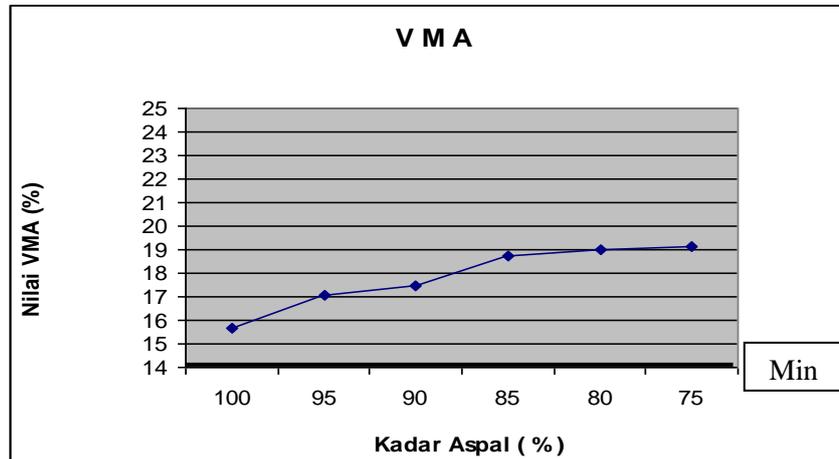


Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal Dengan MQ

Hasil pemeriksaan memperlihatkan mengurangi kadar aspal pada campuran sampai 25 % mengakibatkan nilai MQ mengalami kenaikan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan dengan mengurangi aspal sampai 25%, rongga dalam campuran lebih kecil, menyebabkan kerapatan campuran meningkat, berakibat pengikatan aspal dengan agregat lebih baik, terlihat dari kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu diatas 250 kg/mm.

**4.2.4. 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:

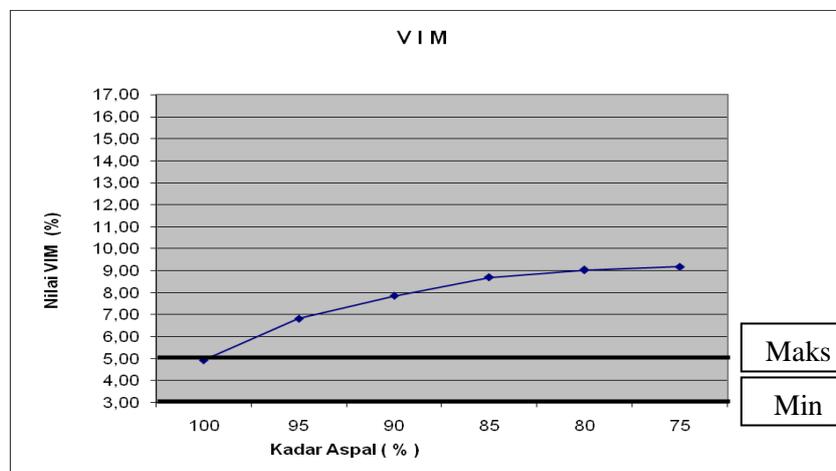


Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA

Hasil pemeriksaan menunjukkan pengurangan kadar aspal sampai 25 % mengakibatkan nilai VMA mengalami kenaikan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan rongga dalam campuran lebih kecil, menyebabkan kerapatan campuran meningkat, berakibat pengikatan agregat oleh aspal lebih baik, kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum yaitu diatas 14 %.

**4.2.5. 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:

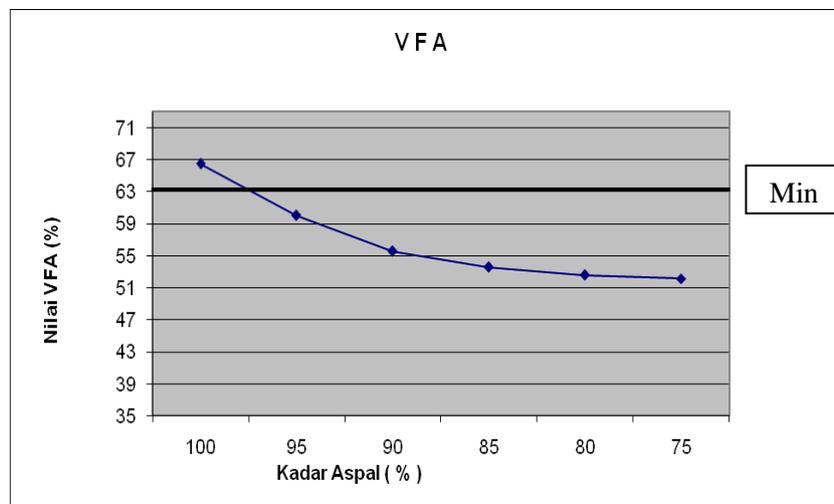


Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM

Hasil pemeriksaan menunjukkan pengurangan kadar aspal sampai 25 % mengakibatkan nilai VIM mengalami kenaikan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan semakin berkurangnya persentase kadar aspal pada campuran semakin banyak rongga dan permukaan pada campuran yang tidak diselimuti oleh aspal sehingga pengikatan antara agregat dengan aspal tidak optimal, kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu diatas 3 – 5 mm.

**4.2.6. 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:

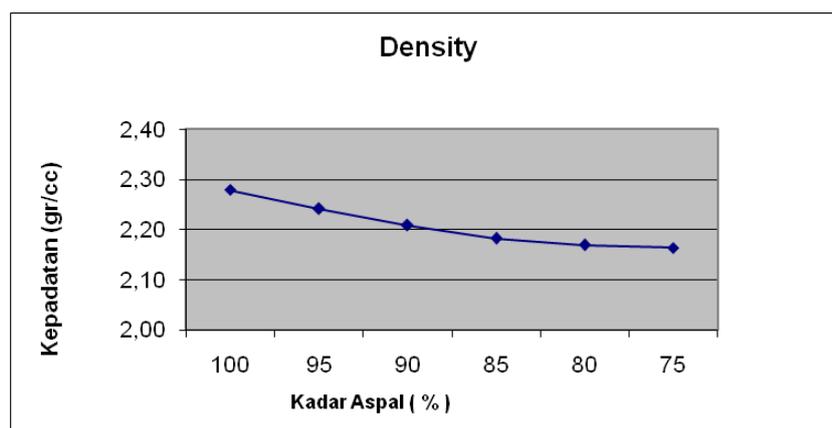


Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA

Hasil pemeriksaan menunjukkan pengurangan kadar aspal sampai 25 % mengakibatkan nilai VFA mengalami penurunan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan semakin berkurang persentase kadar aspal pada campuran semakin banyak permukaan dan rongga campuran yang tidak diselimuti aspal sehingga pengikatan antara agregat dengan aspal tidak optimal, kondisi diatas menunjukkan daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi campuran Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu dibawah 63 %.

**4.2.7. 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 Aspal Dengan Density

Hasil pemeriksaan menunjukkan pengurangan kadar aspal sampai 25 % mengakibatkan nilai Density mengalami penurunan dari kondisi normal (100%). Hal ini disebabkan berkurangnya persentase kadar aspal pada campuran mengakibatkan banyak permukaan campuran yang tidak diselubungi aspal sehingga pengikatan antara agregat dengan aspal tidak optimal.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan menurunkan kadar aspal hingga 25 % dari kondisi normal, mengakibatkan nilai Stabilitas, MQ dan VMA memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan, sedangkan nilai Flow, VFA dan VIM tidak memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan.
2. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dengan melihat pada nilai karakteristik Marshall dan variasi kadar aspal, tidak semua nilai karakteristik Marshall memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, maka variasi penurunan kadar aspal sampai 25 % tidak boleh dilakukan.

### 5.2. Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan kajian unsur kimia aspal.
2. Mengkaji efisiensi biaya pemakaian agregat untuk aplikasi di lapangan.
3. Penelitian dapat dilanjutkan dengan mengkaji variasi temperatur pemadatan campuran terhadap nilai karakteristik Marshall.

## Daftar Pustaka

- Balai Pengujian Kanwil PU Prop. Sumbar Dinas Pekerjaan Umum. 2000. *Bahan Kursus Asphalt Mix Training Program*. Bandung: Puslitbang Jalan.
- 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*.
- Silvia. S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Standar Nasional Indonesia. *SNI-06-2489-1991 Pengujian Campuran Beraspal dengan Alat Marshall (AASHTO T-245-1978)*.
- Suprpto, T. 1998. *Model Rancangan Campuran Agregat Aspal Untuk Uji Marshall*. Yogyakarta: Media Teknik. FT-UGM.
- The Asphalt Institute. 2001. *Construction of Hot Mix Asphalt Pavement Manual Series No. 22 Second Edition*. Kentucky: Asphalt Institute Lexington.
- Totomihardjo, S. 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.