

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah salah satu konstruksi yang terdiri dari beberapa lapisan dan terletak di atas tanah dasar, baik berupa tanah asli maupun timbunan yang telah dipadatkan dan berfungsi memikul/menahan beban lalu-lintas.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas beberapa jenis (Sukirman, 1999) seperti berikut ini.

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu-lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu-lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa

perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Jenis perkerasan yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*), lapisan perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan sebagai berikut.

1. Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakkan bagian-bagian perkerasan. Tanah dasar pada seluruh lebar jalan dapat berada pada daerah galian, daerah timbunan atau permukaan tanah.
2. Lapis pondasi bawah (*sub base course*), adalah bagian perkerasan yang terletak di atas/langsung berhubungan dengan tanah dasar.
3. Lapis pondasi atas (*base course*), adalah bagian perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan.
4. Lapis permukaan (*surface course*), adalah bagian perkerasan yang paling atas. Sebagai lapis teratas lapisan ini akan berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Untuk itu fungsi lapis ini dapat meliputi seluruhnya atau sebagian dari fungsi struktural dan fungsi non-struktural.

Untuk lebih spesifik dalam penelitian ini digunakan Lapis Aspal Beton (LASTON), yang merupakan salah satu dari jenis perkerasan lentur. Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah suatu lapisan konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dengan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, serta dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Anonim,

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, 1987).

Laston merupakan jenis lapis permukaan yang mempunyai nilai struktural, yaitu berfungsi sebagai pelindung konstruksi di bawahnya terhadap kerusakan serta mempunyai permukaan yang rata dan tidak licin, sehingga dapat memberikan kenyamanan yang tinggi bagi pengguna jalan.

### 3.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan adalah sifat-sifat khusus dari suatu perkerasan yang menentukan tinggi rendah mutu suatu perkerasan jalan, ditinjau dari keawatan, kekuatan dan kenyamanan dalam melayani lalu-lintas yang direncanakan. Parameter-parameter dari karakteristik perkerasan jalan antara lain.

1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah kemampuan atau ketahanan dari suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh pembebanan, seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*.

2. Keawatan/durabilitas (*durability*)

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap iklim dan keausan akibat beban lalu-lintas dan juga karena adanya sifat aspal yang dapat berubah karena oksidasi maupun perubahan sifat campuran oleh air.

3. Kelenturan/fleksibilitas (*flexibility*)

Fleksibilitas pada lapisan campuran adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu-lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

#### 4. Tahanan geser (*skid resistance*)

Tahan geser adalah kemampuan dari perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya roda kendaraan selip atau tergelincir, terutama pada waktu permukaan jalan basah.

#### 5. Ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis perkerasan dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan berupa alur (*rutting*) dan retak (*cracking*). Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah VIM yang tinggi dengan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat, juga VMA yang tinggi dengan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

#### 6. Kemudahan pelaksanaan (*workability*)

Kemudahan pelaksanaan meliputi kemudahan saat pencampuran, penghampanan dan pemadatan di lokasi pekerjaan, dimana tingkat kesulitan dan hasilnya sangat dipengaruhi oleh penurunan suhu campuran itu sendiri.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan pelaksanaan antara lain.

1. Gradasi agregat, agregat yang bergradasi rapat lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lainnya.
2. Temperatur campuran ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastic*.

3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menjadikan pelaksanaan lebih sulit.

### 3.3 Bahan Perkerasan

Prinsip bahan perkerasan lentur adalah agregat, aspal dan *filler*, maka bahan-bahan tersebut harus memenuhi kriteria/syarat-syarat yang ditetapkan Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

#### 3.3.1 Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau kombinasi mineral lainnya, baik berupa hasil alam ataupun olahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang kandungannya 90%-95% berdasarkan persentase berat campuran (*The Asphalt Institute, 1983*).

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan ada beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhinya yaitu.

1. Ukuran dan Gradasi

*The Asphalt Institute, 1983* mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi yaitu :

- a. agregat kasar, batuan yang tertahan saringan no. 4 (4,76 mm),
- b. agregat halus, batuan yang lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 30 (0.59 mm),

- c. mineral pengisi, batuan yang lolos saringan no. 30 dan tertahan saringan no. 200 (0,074 mm),
- d. *filler* atau mineral debu (*dust*), fraksi agregat halus yang lolos saringan no. 200.

Untuk mendapatkan komposisi yang tepat sesuai dengan persyaratan yang ada, maka untuk beton aspal saringan yang digunakan adalah  $\frac{3}{4}$ " ,  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{8}$ " , # 4, # 8, # 30, # 50, # 100, # 200.

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk agregat kasar sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Perkerasan Lapis Aspal Beton (LASTON) 1987, adalah sebagai berikut :

- a. keausan agregat yang diperiksa dengan mesin *Los Angeles* pada 500 putaran (PB-0206-76) harus mempunyai nilai maksimum 40%,
- b. kelekatan terhadap aspal (PB-0205-76-76 MPBJ) minimum 95%,
- c. indeks kepipihan/kelonjongan butiran tertahan 9,5 mm atau  $\frac{3}{8}$ " maksimum 25% (*British Standards - 812*),
- d. jumlah berat butiran tertahan saringan no. 4 yang mempunyai paling sedikit dua bidang pecah (*visual*) minimum 50% (khusus untuk kerikil pecah),
- e. penyerapan agregat terhadap air (PB-0202-76) maksimum 3%,
- f. berat jenis *bulk* (PB-0202-76) agregat minimum 2,5 (khusus untuk terak).

**Tabel 3.1 Spesifikasi, Pemeriksaan Agregat Kasar**

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$
3	Penyerapan air	$\leq 3\%$
4	Berat jenis	$\geq 2,5$

Sumber : Pentunjuk Pelaksanaan Laston Bina Marga, 1987.

Sedangkan agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. nilai *Sand Equivalent* (AASHTO-T-176) dari agregat minimum 50%,
- b. berat jenis *bulk (apparent)* (PB-0203-76) minimum 2,5,
- c. penyerapan agregat terhadap air (PB-0202-76) maksimum 3%.

**Tabel 3.2 Spesifikasi, Pemeriksaan Agregat Halus**

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai sand equivalent	$\geq 50\%$
2	Penyerapan air	$\leq 3\%$
3	Berat jenis	$\geq 2,5$

Sumber : Pentunjuk Pelaksanaan Laston Bina Marga, 1987.

Gradasi distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang paling penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga udara antar butir yang menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi dibedakan menjadi 3 macam (*Kerbs And Walker, 1971*), yaitu.

- a. Gradasi rapat/menerus (*well graded*), adalah gradasi yang mempunyai ukuran butir dari yang terbesar sampai ukuran butir yang terkecil dengan tujuan menghasilkan suatu campuran perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang mempunyai stabilitas tinggi.
- b. Gradasi terbuka/timpang (*gap graded*), adalah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).
- c. Gradasi seragam (*uniform graded*), adalah gradasi yang dalam ukuran butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Untuk beton aspal, gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus/rapat campuran no.IV. Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, 1987.



**Tabel 3.3 Spesifikasi Gradasi Menerus Beton Aspal**

No. Saringan	( mm )	% Berat Yang Lolos
$\frac{3}{4}$ "	19,10	100
$\frac{1}{2}$ "	12,60	80-100
$\frac{3}{8}$ "	9,520	70-90
# 4	4,760	50-70
# 8	2,380	35-50
# 30	0,590	18-29
# 50	0,279	13-23
# 100	0,149	8-16
# 200	0,074	4-10

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston, 1987

## 2. Kekerasan/Kekuatan Batuan (*toughness*)

Batuan yang digunakan untuk suatu lapis konstruksi harus cukup keras, tetapi disertai pula kekuatan terhadap pemecahan (*degradasi*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (*disintegrasi*) yang terjadi selama masa pelayanan tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi yaitu :

- a. agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras,
- b. gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar daripada gradasi menerus,

- c. partikel kecil akan mengalami degradasi yang lebih kecil daripada partikel besar,
- d. energi pemadatan yang lebih besar mengalami degradasi yang besar.

### 3. Bentuk (*shape*)

Bentuk butiran merupakan faktor yang penting untuk memperoleh gaya gesek antara batuan dan perkerasan, disamping itu butiran juga berpengaruh pada stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang baik untuk perkerasan adalah yang berbutir kasar (*rough*), karena akan menghasilkan sudut gesek dalam yang besar dan lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan antara partikel yang kuat (*interlocking*).

### 4. Tekstur Permukaan

Batuan kasar (*rough*) memberikan *internal friction*, *skid resistance*, serta kelekatan yang baik pada campuran perkerasan. Misalnya batu pecah.

### 5. Porositas

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan, dan pemakaian aspal dalam campuran. Semakin banyak pori batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya, serta memerlukan aspal lebih banyak. Dengan banyak pori, batuan mudah mengandung air yang dapat mengganggu kelekatan aspal dan batuan.

## 6. Kebersihan

Kebersihan permukaan batuan sangat penting dalam proses melekatnya antara aspal dengan batuan.

## 7. Sifat kimiawi

Agregat yang bersifat basa lebih baik karena menolak air dan mudah dibasahi dengan aspal. Selain itu pada permukaannya mengandung muatan listrik positif.

### 3.3.2 *Filler*

*Filler* adalah batuan halus berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Didefinisikan sebagai fraksi yang lolos saringan no. 200 (0,074 mm), biasa berupa debu batu, semen, debu kapur atau bahan lain dan harus dalam keadaan kering (Petunjuk Pelaksanaan Laston, 1987).

### 3.3.3 *Aspal*

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair, sehingga dapat menyelimuti partikel agregat pada waktu pembuatan beton aspal atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada waktu penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. Fungsi dari aspal sendiri adalah sebagai bahan pengikat antara aspal dan agregat, serta sebagai bahan pengisi rongga dan pori pada agregat.

**Tabel 3.4 Spesifikasi Aspal AC 60/70**

No.	Jenis Pemeriksaan	Min	Maks	Satuan
1	Penetrasi (25°C, 5 dt, 100 gr)	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek	48	58	°C
3	Titik nyala	200	-	°C
4	Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	-	0,8	% berat
5	Kelarutan (CCL4)	99	-	% berat
6	Daktalitas (25%, 5 cm/menit)	100	-	cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	54	-	% awal
8	Berat jenis (25°C)	1	-	-

Sumber : Pentunjuk Pelaksanaan Laston Bina Marga, 1987.

### 3.4 Percobaan Marshall

Metode *Marshall* adalah untuk mengukur resistensi (perlawanan) dari suatu silinder specimen beton aspal yang telah dipadatkan, dengan cara membebani pada permukaan sisi spesimen dengan menggunakan alat *Marshall*. Pemeriksaan ini mengikuti AASHTO T 245 – 74.

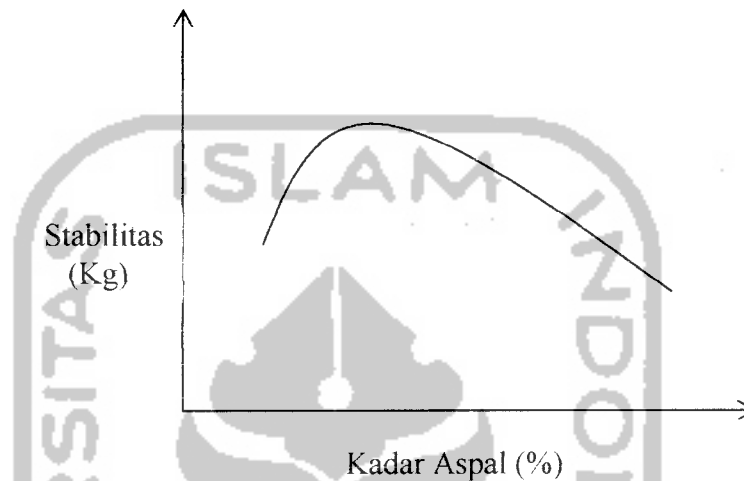
#### 3.4.1 Kriteria Percobaan Marshall

Kriteria percobaan *Marshall* yang harus dipenuhi campuran beton aspal sebagai berikut.

##### 1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban yang terjadi di atasnya tanpa terjadi perubahan bentuk. Stabilitas

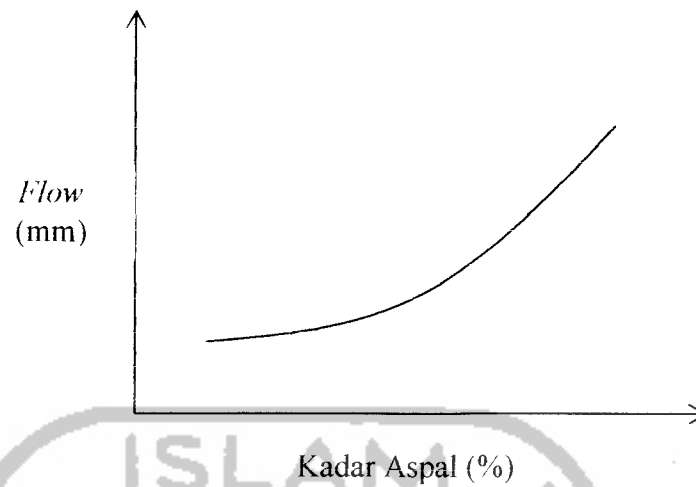
merupakan parameter yang sering digunakan untuk menahan ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal, dan menunjukkan ketahanan terhadap terjadinya *rutting* (alur) pada konstruksi perkerasan jalan, stabilitas dinyatakan dalam Kg.



Gambar 3.1. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dan kadar aspal.

## 2. Kelelahan plastis (*flow indeks*)

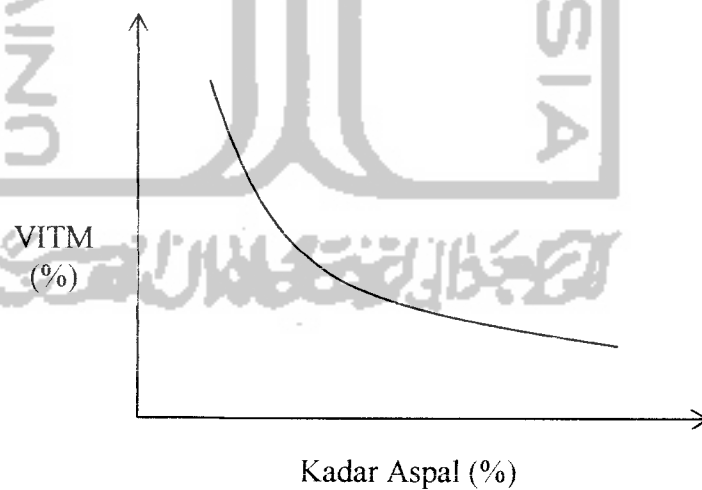
*Flow*, merupakan besarnya penurunan (deformasi) yang terjadi akibat adanya pembebanan yang bekerja secara vertikal di atasnya yang memberikan indikator terhadap lentur pada lapis perkerasan, *flow* dinyatakan dalam mm. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan kadar aspal.



Gambar 3.2. Grafik hubungan antara nilai *flow* dan kadar aspal.

3. Rongga pada campuran (*Voids In The Mix*)

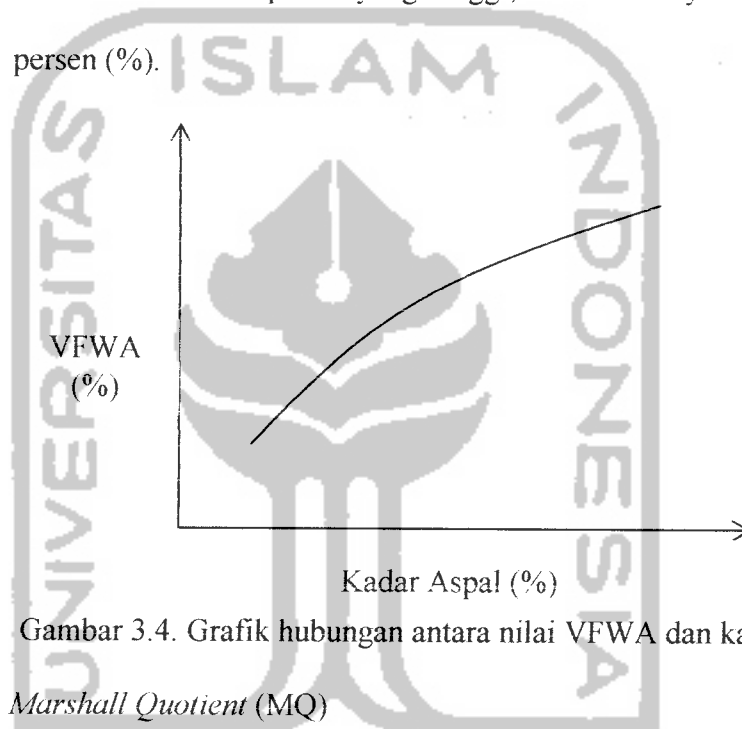
VITM adalah persentase volume rongga terhadap volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM erat kaitannya terhadap kekedapan campuran yang berpengaruh keawetan lapis perkerasan, VITM dinyatakan dalam persen (%).



Gambar 3.3. Grafik hubungan antara nilai VITM dan kadar aspal.

#### 4. Rongga terisi aspal (*Voids Filled With Asphalt*)

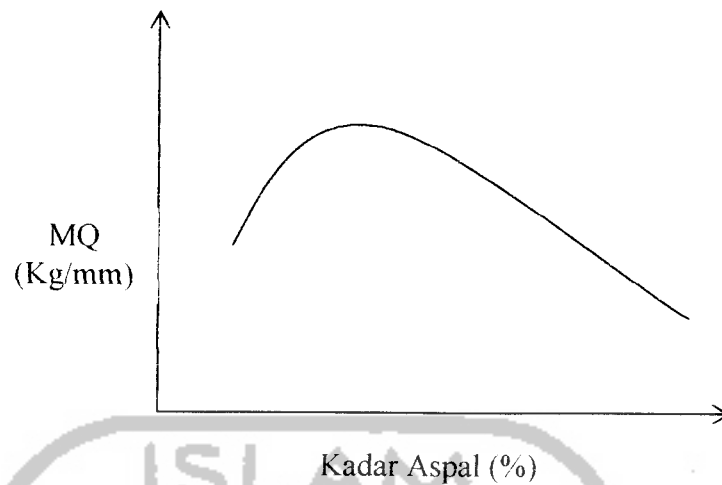
VFWA adalah persentase volume aspal yang dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran. Nilai VFWA menunjukkan keawetan dan kemudahan pelaksanaan suatu konstruksi perkerasan. Lapis perkerasan dengan nilai VFWA tinggi akan memiliki kekedapan dan keawetan campuran yang tinggi, VFWA dinyatakan dalam persen (%).



Gambar 3.4. Grafik hubungan antara nilai VFWA dan kadar aspal.

#### 5. *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*, dinyatakan dalam Kg/mm yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran.

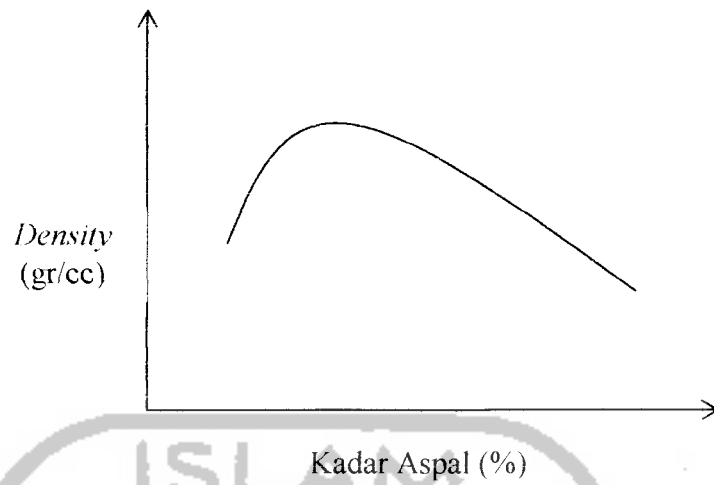


Gambar 3.5. Grafik hubungan antara nilai MQ dan kadar aspal.

6. Kepadatan (*density*)

*Density* atau kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap volume. Dalam pengujian *Marshall* hasil pengukuran yang dilakukan digambarkan sebagai fungsi dari kadar aspal, kemudian setelah dilakukan pencocokan kurva maka diperkirakan nilai maksimumnya. Nilai *density* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya gradasi agregat, berat jenis agregat, faktor pemadatan, baik jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, dan penggunaan kadar aspal dalam campuran. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran sampai nilai tertentu mampu meningkatkan nilai *density*-nya untuk kemudian menurun. Nilai *density* yang tinggi menunjukkan campuran yang kompak dan rongga yang ada sedikit.

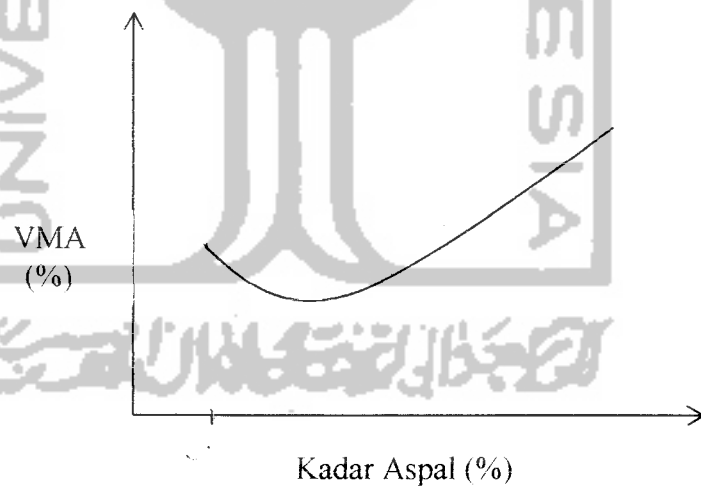




Gambar 3.6. Grafik hubungan antara nilai *density* dan kadar aspal.

7. Rongga dalam agregat (*Void in Mineral Agregat*)

VMA adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam persen (%) volume.



Gambar 3.7. Grafik hubungan antara nilai VMA dan kadar aspal.

Volume total = 1

**Tabel 3.5 Spesifikasi Nilai Properties Marshall Bina Marga 1987**

No	Properties Marshall	Spesifikasi Bina Marga 1987
1.	Stabilitas	$\geq 550$ Kg ✓
2.	Flow	2-4 mm ✗ →
3.	VITM	3-5 %
4.	VMA	$\geq 15\%$
5.	Marshall Quotient	200-350 Kg/mm

Sumber : Pentunjuk Pelaksanaan Laston Bina Marga, 1987

### 3.4.2 Immersion test

*Immersion test* atau uji rendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Pengujian ini prinsipnya sama dengan uji *Marshall*, hanya waktu perendaman yang berbeda yaitu 24 jam. Uji perendaman ini mengacu pada AASHTO T - 165 - 82. Indeks perendaman ini merupakan indikasi tingkat durabilitas (keawetan) dari suatu perkerasan lentur. Nilai indeks perendaman minimum adalah 75% menurut Bina Marga.

Uji

E.

Mal 3