

## **BAB III LANDASAN TEORI**

### **3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*) agar tanah tidak mendapat tekanan yang melebihi daya dukung.

Perkerasan dapat dikelompokkan menjadi 3 ( tiga ) macam yaitu sebagai berikut ini.

1. Perkerasan lentur ( *Flexible Pavement* ), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini disebut fleksibel, karena di dalam batas - batas tertentu, akibat menerima beban yang terus-menerus atau berulang-ulang, permukaan ini dapat menyesuaikan diri terhadap pemadatan lapisan-lapisan di bawahnya dengan sifatnya yang elastis dan dapat kembali kepada bentuk aslinya apabila muatan dihilangkan. Apabila muatan yang bekerja pada perkerasan tersebut melebihi kapasitas dukung perkerasan atau lapisan -

lapisan pendukung tersebut kehilangan kekuatannya, maka akan terjadi deformasi permanen atau *cracking*.

2. Perkerasan Kaku ( *Rigid Pavement* ), yaitu perkerasan yang menggunakan semen ( *portland cement* ) sebagai bahan pengikat. Disebut perkerasan kaku karena memiliki tekanan desak yang tinggi, sehingga mampu menyebarkan beban pada areal yang relatif lebar, sehingga tegangan yang timbul pada *base* dan *subgrade* relatif lebih kecil.
3. Perkerasan Komposit ( *Composite Pavement* ), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan komposit dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Dalam hal ini yang akan diteliti lebih lanjut hanya terbatas pada perkerasan lentur saja.

### **3.2. Karakteristik Perkerasan**

Karakteristik perkerasan merupakan sifat - sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik dan buruknya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya ( sesuai umur rencana ), keawetan serta kenyamanannya.

Karakteristik perkerasan tidak lepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. karakteristik perkerasan seperti hal di bawah ini.

### 3.2.1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen.

Jumlah lalu lintas dan beban kendaraan menentukan tingkat stabilitas yang dibutuhkan. Beberapa variabel yang mempunyai hubungan terhadap stabilitas lapis perkerasan antara lain adalah gesekan, kohesi dan inersia.

Gaya gesek ( *friction* ) tergantung pada permukaan, gradasi, dan bentuk agregat serta kerapatan campuran dan kualitas aspal.

Kohesi merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi batuan akan tercermin dari sifat kekerasannya, sedangkan kohesi campuran tergantung dari gradasi agregat, daya adhesi aspal dan sifat bantu bahan tambah.

Inersia merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempat (*resistance to displacement*) yang terjadi akibat beban lalu lintas baik besarnya beban maupun jangka waktu pembebanan.

Memaksimalkan stabilitas dapat berarti menurunkan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) dengan gradasi rapat dan saling mengunci perkerasan akan menjadi kaku serta tidak cukup fleksibel.

### 3.2.2. Keawetan ( Durabilitas )

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan permukaan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan temperatur maupun keausan akibat gesekan kendaraan. Lapisan perkerasan dapat berubah karena oksidasi dan pelapukan yang disebabkan pengaruh air dan cuaca.

Pada umumnya durabilitas yang baik dapat diperoleh dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang baik serta campuran yang tidak permeabel pada campuran perkerasan.

Dipandang dari jumlah aspal yang digunakan maka dapat dikatakan bahwa makin banyak kadar aspal akan bertambah tebal lapisan aspal yang menyelimuti tiap butir batuan sehingga perkerasan lebih tahan lama karena mengurangi pori-pori yang ada dalam campuran dimana air dan udara sukar masuk dalam perkerasan, akan tetapi aspal berlebihan dapat menimbulkan *bleeding* pada perkerasan bila berada pada temperatur yang tinggi.

### 3.2.3. Kelenturan ( Fleksibilitas )

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu-lintas berulang tanpa timbulnya retak, perubahan volume atau perubahan yang permanen.

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan memberi kadar aspal yang tinggi dan digunakan aspal lunak serta dipakai gradasi agregat yang terbuka ( *open graded* ).

#### 3.2.4. Tahanan Geser / Kekesatan ( *Skid resistance* )

Kekesatan ( *skid resistance* ) adalah kemampuan lapis permukaan ( *surface course* ) pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan baik disaat basah maupun disaat kering.

Beberapa faktor yang menyebabkan lapis permukaan mempunyai ketahanan gesek yang tinggi hampir sama dengan faktor pada penentuan stabilitas.

Kadar aspal yang optimum pada agregat yang mempunyai permukaan kasar akan memberikan tekanan gesek / kekesatan yang tinggi. Faktor lain juga perlu diperhatikan adalah rongga yang cukup dalam lapisan perkerasan karena apabila terjadi kenaikan temperatur yang tinggi tidak terdesak keluar dan terjadi *bleeding*.

#### 3.2.5. Ketahanan Kelelahan ( *Fatigue Resistance* )

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal campuran dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang mengakibatkan terjadi *rutting* dan retak.

Faktor yang menyebabkan terjadinya kelelahan antara lain karena adanya rongga udara yang tinggi dan kadar aspal yang rendah dalam campuran perkerasan yang akan menyebabkan terjadinya retak. Sedangkan rongga udara antar butiran dan kadar aspal yang tinggi dapat menyebabkan lapis perkerasan menjadi terlalu fleksibel dan lunak sehingga terjadi *rutting*.

### 3.2.6. Kemudahan Dalam Pelaksanaan ( *Workability* )

Yang dimaksud dengan kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan sesuai yang diharapkan.

Faktor lain yang mempengaruhi adalah temperatur campuran terutama bahan pengikat yang bersifat termoplastik, serta kandungan *filler* yang tinggi akan menyebabkan viskositas naik sehingga pelaksanaan sukar dilaksanakan.

### 3.3. Syarat-syarat Kekuatan Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban / muatan lalu lintas ke *base course*,
2. kedap terhadap air, sehingga air tidak dapat meresap ke lapisan di bawahnya,
3. permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat mengalir,
4. memiliki stabilitas yang cukup dan dapat memikul beban lalu lintas tanpa terjadi suatu deformasi, bergelombang atau desakan samping,
5. tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas, dan
6. campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi.

Untuk dapat memenuhi syarat tersebut perencanaan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup hal - hal sebagai berikut :

1. perencanaan untuk masing-masing tebal perkerasan,
2. berdasarkan daya dukung *base course*, beban lalu lintas, keadaan lingkungan dan jenis lapisan yang dipilih,
3. analisis campuran bahan,
4. berdasarkan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih, dan
5. pengawasan pelaksanaan pekerjaan yang cermat mulai dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pemadatan.

#### **3.4. Asphalt Concrete ( AC )**

*Asphalt Concrete* atau beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan lentur. Beton aspal ini terdiri dari campuran antara agregat dengan aspal sebagai bahan pengikat. Kekuatan mekanik dari campuran ini didapat dari gesekan (*internal friction*) dan sifat saling mengunci antar agregat dan adhesi antar buntir yang diperoleh dari bitumen pengikat.

### 3.5. Spesifikasi Campuran

Pada penelitian ini campuran aspal yang kami teliti adalah campuran untuk lapis atas AC dengan agregat gradasi menerus. Spesifikasi campuran mengacu pada peraturan Bina Marga NO. IV seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 spesifikasi campuran AC NO. IV

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu Lintas Berat
1	Stabilitas (kg)	750
2	Flow / Kelelahan (mm)	2 - 4
3	VITM ( % )	3 - 5
4	VFWA (%)	75 - 82
5	Marshall Quotient ( kg / mm)	200 - 500
Jumlah Tumbukan		2 X 75

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No 13 / PT / B / 1987

### 3.6. Bahan Penyusun

#### 3.6.1. Aspal

Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat ( *Highway Material, Kerbs and Walker, 1971* ).

*Asphalt cement* pada temperatur ruang antara 25°C-30°C berbentuk padat, pengelompokan *asphalt cement* dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan sifat viskositasnya.



Pada penelitian ini digunakan aspal AC penetrasi 60/70.

Persyaratan AC 60/70 ditunjukkan dengan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.031-76	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.031-76	48	58	°C
3.	Titik Nyala	PA.031-76	200	-	°C
4.	Kelarutan CCl <sub>4</sub>	PA.031-76	99	-	% Berat
5.	Daktalitas ( 25°C, 5cm / menit )	PA.031-76	100	-	Cm
6.	Berat jenis	PA.031-76	1	-	

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lataston No 12/ PT/B/1983, Bina Marga

### 3.6.2. Agregat

Sifat-sifat dari agregat harus diketahui lebih dulu sebelum agregat tersebut digunakan untuk bahan dasar konstruksi. Karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat-sifat agregat pada umumnya adalah seperti di bawah ini.

#### 3.6.2.1. Ukuran butiran dan gradasi.

*The Asphalt Institute*, 1983(11, pC-16) mengelompokkan agregat menjadi 4( fraksi ), yaitu :

- a. agregat kasar, batuan yang tertahan saringan No. 8 ( 2,36 mm ),
- b. agregat halus, batuan yang lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 30 ( 0,59 mm ),
- c. mineral pengisi, batuan yang lolos saringan No.30 dan tertahan saringan No. 200 ( 0,075 ), dan

d. *filler*, fraksi agregat halus yang lolos saringan No.200 ( 0.0075 mm ).

Untuk mendapatkan komposisi yang tepat sesuai dengan persyaratan yang ada maka digunakan saringan 3/4 , 1/2 , 3/8, #4, #8, #30, #50, # 100, # 200.

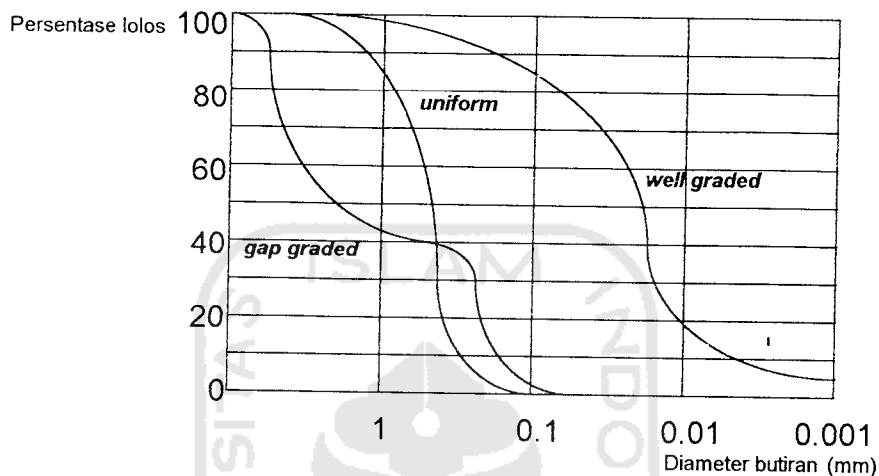
Gradasi adalah persentase pembagian ukuran butir batu yang digunakan dalam suatu konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton. Gradasi batuan dapat dinyatakan dengan suatu tabel maupun grafik gradasi. Tabel gradasi sekurang-kurangnya harus membuat ukuran atau nomor saringan dan persentase berat lolos saringan tersebut. Grafik gradasi mempunyai dua sumbu. Sumbu horisontal menyatakan ukuran saringan dalam skala logaritma, sumbu vertikal menyatakan persen berat lolos saringan tersebut. Penggunaan skala logaritma bertujuan agar diameter yang masih kecil dapat digambarkan.

Gradasi dibedakan menjadi 3 (tiga) macam ( *kerb and walker* 1971) yaitu :

1. *well graded*, disebut juga gradasi menerus atau gradasi rapat, ialah gradasi yang mempunyai ukuran butir dari yang terbesar sampai ukuran butir yang terkecil dengan tujuan untuk menghasilkan suatu campuran perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang mempunyai stabilitas tinggi,
2. *gap graded*, disebut juga gradasi terbuka / gradasi timpang, ialah gradasi yang distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu ataupun beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus), dan

3. *Uniform one size*, disebut gradasi seragam, ialah gradasi yang dalam ukuran butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Untuk lebih jelas bentuk kurva macam-macam gradasi dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bentuk - bentuk kurva gradasi

Gradasi campuran AC yang digunakan adalah gradasi menerus (*well graded*). Spesifikasi analisa saringan yang disyaratkan oleh Bina Marga NO. IV yang berpedoman pada petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983. Gradasi tersebut tercantum dalam Tabel 3.3. dibawah ini

Tabel 3.3. Spesifikasi Gradasi Menerus AC NO. IV

Ukuran Saringan		Prosentase Lolos %
inch (1)	mm (2)	
3 / 4	19,10	100
1 / 2	12,70	80 - 100
3 / 8	9,25	70 - 90
# 4	4,76	50 -70
# 8	2,38	35 - 50

Lanjutan Tabel 3.3

(1)	(2)	(3)
# 30	0,59	18 - 29
# 50	0,279	13 - 23
# 100	0,149	8 - 16
# 200	0,075	4 - 10

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston  
No. 13/PT/B/1983

### 3.6.2.2. Kebersihan

Kebersihan permukaan batuan dari bahan - bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangatlah penting. Agregat harus bersih dari lumpur, sisa tumbuh-tumbuhan, partikel lempung dan sebagainya. Karena dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan,

### 3.6.2.3. Kekerasan

Batuan yang digunakan untuk suatu konstruksi lapis perkerasan harus cukup keras, tetapi juga disertai pula kekuatan terhadap pemecahan (degradasi) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pencampuran, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (disintegrasi) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Faktor - faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi yaitu :

1. agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras,
2. gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar dibandingkan dengan gradasi menerus,

3. partikel kecil akan mengalami degradasi yang lebih kecil dibandingkan partikel besar, dan
4. energi pemadatan yang lebih besar mengalami degradasi yang besar pula.

#### 3.6.2.4. Bentuk Butiran

Bentuk butiran merupakan faktor yang sangat penting untuk memperoleh gaya geser antara batuan dan perkerasan, disamping itu bentuk butiran juga berpengaruh terhadap stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang kasar akan menghasilkan sudut geser dalam yang besar daripada bentuk butiran yang permukaannya halus dan juga butiran yang kasar lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih kuat.

#### 3.6.2.5. Tekstur permukaan

Tekstur permukaan dari batuan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) macam yaitu sebagai berikut ini.

1. Batuan kasar, batuan kasar memberikan internal *friction*, *skid resistance*, serta kelekatan aspal yang baik pada campuran perkerasan. Biasanya batu pecah mempunyai *surface texture* yang kasar.
2. Batuan halus, batuan halus mudah dilapisi aspal, tetapi internal *friction* dan kekuatannya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.
3. Batuan mengkilat, batuan mengkilat memberikan internal *friction* yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal.

#### **3.6.2.6. 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. Selain itu dengan pori yang banyak, batuan mudah mengandung air dan air ini akan sulit dihilangkan, sehingga mengganggu lekatan antara aspal dan batuan.

#### **3.6.2.7. Kelekatan terhadap aspal**

Faktor - faktor yang berpengaruh adalah tekstur permukaan, lapis permukaan, luas permukaan, porositas dan reaktivitas kimiawi.

#### **3.6.3. Bahan Tambah**

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan dalam campuran perkerasan jalan. Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah berupa parutan ban bekas yang diperoleh dari pabrik vulkanisir ban PT. Surya Agung Mas di Semarang.

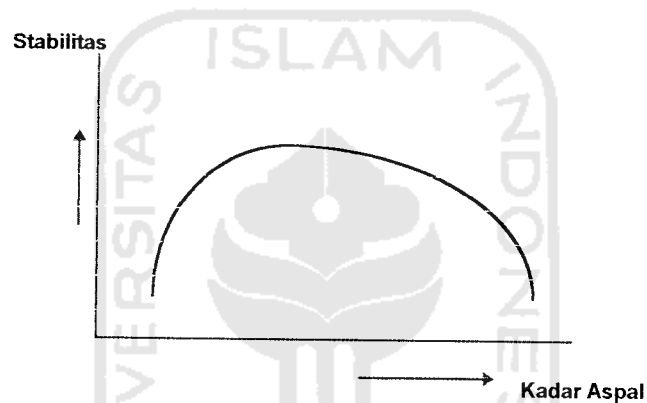
Parutan ban bekas ini dinilai mempunyai sifat elastis dan daya ikat yang kuat yang diharapkan dapat memperkuat campuran aspal.

### **3.7. Pemeriksaan Campuran Aspal Dengan Cara Metode Marshall**

Pemeriksaan campuran aspal dengan cara metode Marshall bermaksud untuk menentukan nilai berikut ini.

### 3.7.1. Stabilitas

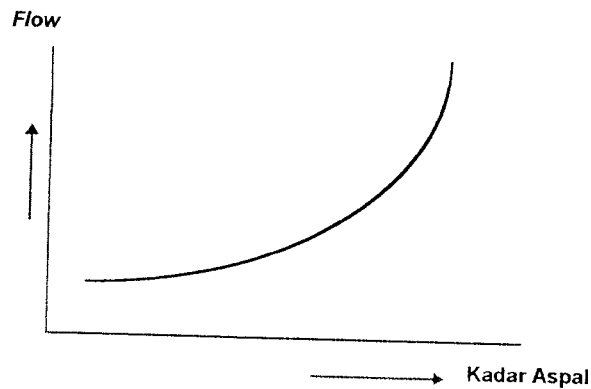
Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Grafik nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Grafik Nilai Stabilitas

### 3.7.2. FLOW

*Flow* menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah di atas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tapi bila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi dibawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Grafik nilai *flow* dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.

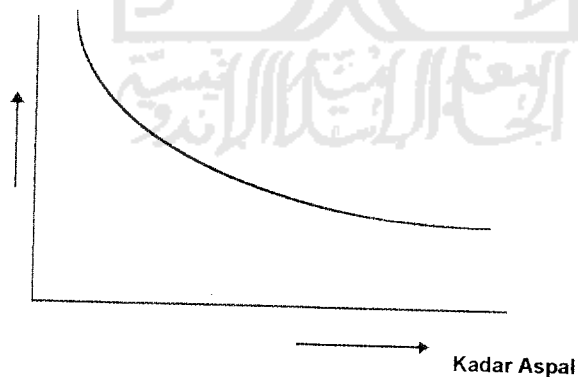


Gambar 3.3. Grafik Nilai Flow

### 3.7.3. VITM ( *Void in the Total Mix* )

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak (Silvia Sukirman 1992 ). Grafik nilai VITM dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.

% Rongga Terhadap Campuran



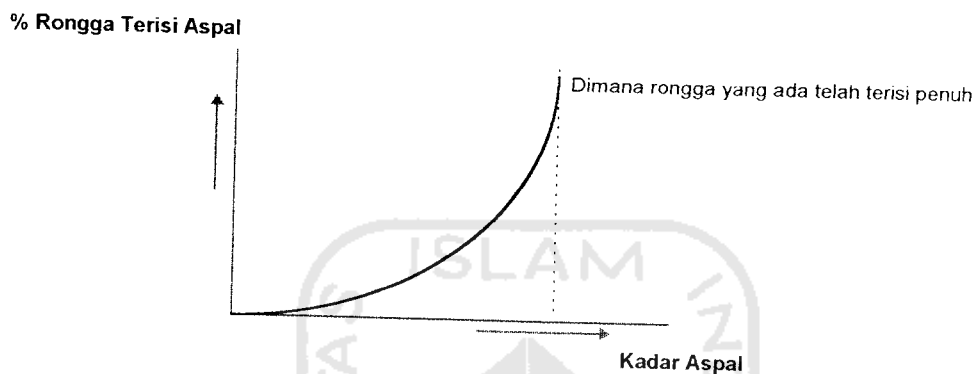
Gambar 3.4. Grafik Nilai VITM

### 3.7.4. VFWA ( *Void Filled With Asphalt* )

VFWA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas



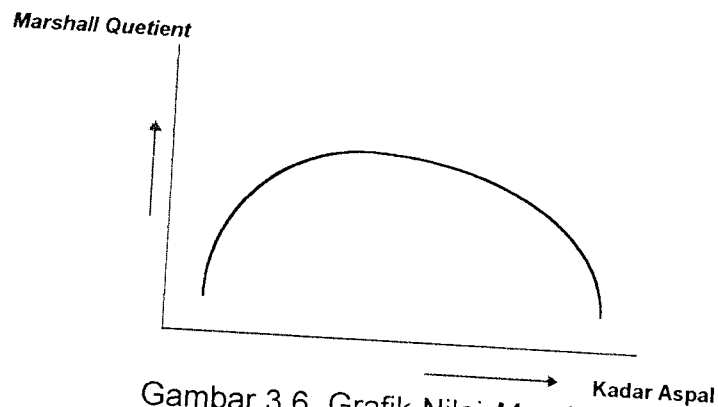
tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum. Grafik nilai VFWA dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5. Grafik Nilai VFWA

### 3.7.5. Marshall Quotient

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada perencanaan perkerasan dengan metode Marshall digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasar spesifikasi stabilitas dan *flow*. Grafik nilai Marshall Quotient dapat dilihat pada gambar 3.6. berikut ini.



Gambar 3.6. Grafik Nilai *Marshall Quotient*

### 3.8. Uji Perendaman Marshall ( *Immersion Test* )

Uji perendaman Marshall dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji Marshall standar hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60°C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan diberikan. Uji ini mengacu kepada AASHTO T.165-82 atau ASTM D.1075-76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S1) adalah

$$\text{index of retained strength} : \frac{S2 \times 100\%}{S1}$$

Apabila Indeks tahanan kekuatan lebih dari atau sama dengan 75 % campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.