

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Perkerasan Jalan

##### 3.1.1 Umum

Fungsi perkerasan adalah untuk memikul beban lalu lintas secara cukup aman dan nyaman, serta sebelum umur rencananya tidak terjadi kerusakan berarti. Bahan perkerasan jalan adalah bahan-bahan yang dihampar di atas permukaan tanah dasar. Bahan perkerasan meliputi bahan-bahan untuk lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*). Kerusakan jalan pada umumnya disebabkan karena kurang cermatnya pembuatan lapis perkerasan jalan, ditambah lagi dengan beban kendaraan yang tidak sesuai dengan kelas jalan sehingga jalan tidak kuat menahan beban kendaraan, akibatnya jalan cepat rusak. Agar jalan tidak mengalami kerusakan akibat dilalui lalu lintas kendaraan maka dibutuhkan suatu konstruksi perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas yang sesuai klasifikasinya. Untuk memperoleh kestabilan dari perkerasan harus diketahui faktor-faktor yang dapat merusak perkerasan itu sendiri. Konstruksi perkerasan dapat diusahakan sedemikian hingga untuk menanggulangi segala faktor perusak itu, yang ditimbulkan oleh gaya-gaya lalu lintas, yaitu :

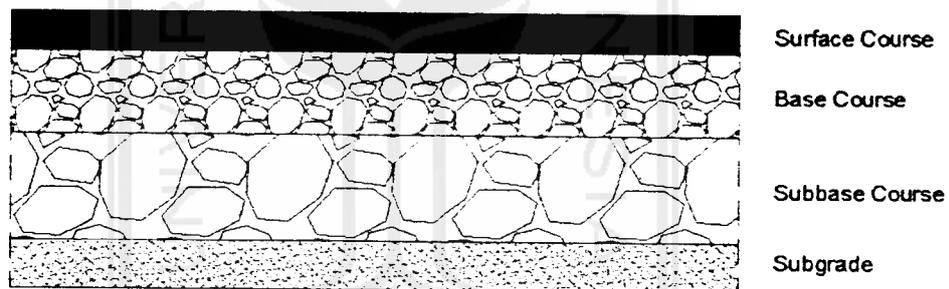
1. Gaya vertikal/normal (berat muatan kendaraan).
2. Gaya horizontal/geser/rem.
3. Getaran-getaran (akibat pukulan-pukulan roda).

### 3.1.2 Jenis Konstruksi Perkerasan

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

#### 1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

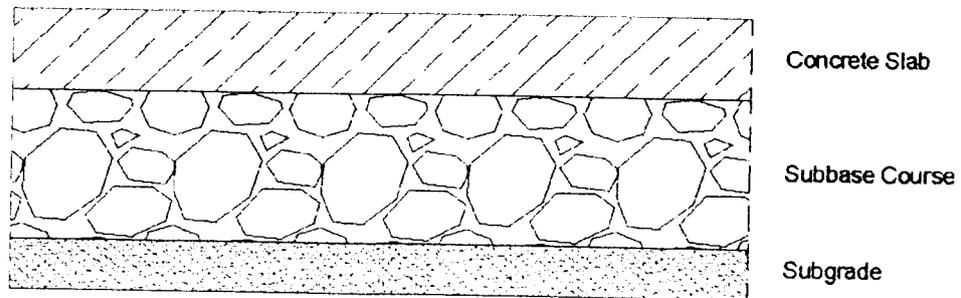
Konstruksi Perkerasan Lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan lentur juga bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 3.1.



**Gambar 3.1** *Flexible Pavement*

#### 2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

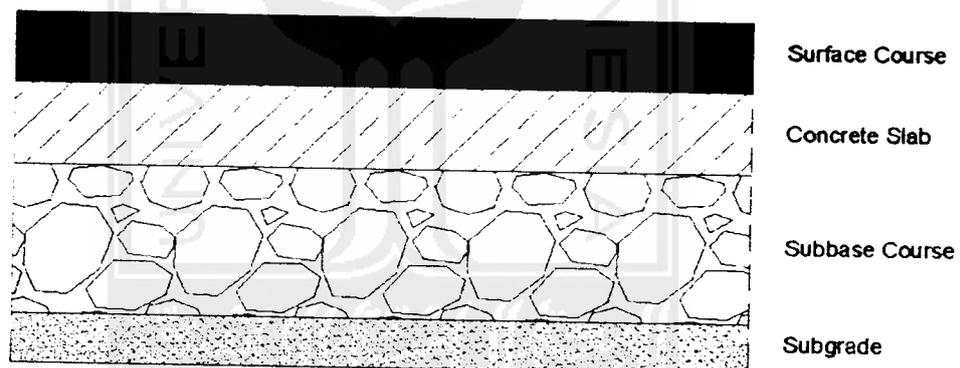
Konstruksi Perkerasan Kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian dipikul oleh pelat beton. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 3.2.



**Gambar 3.2 Rigid Pavement**

### 3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Konstruksi Perkerasan Komposit adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas permukaan kaku, atau kaku di atas perkerasan lentur. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 3.3.



**Gambar 3.3 Composite Pavement**

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah terhadap jenis perkerasan lentur, khususnya lapis permukaan jalan (*surface course*). Lapisan permukaan jalan mempunyai fungsi sebagai:

1. Lapis perkerasan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.

3. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek (Silvia, 1999).

### 3.2 Bahan Perkerasan

Secara prinsip bahan perkerasan terdiri dari agregat, *filler* dan aspal. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

#### 3.2.1. Agregat

Agregat terdiri dari batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan jalan. Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor (Kerb and Walker, 1971). Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan bentuk, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan dan sifat kimiawi.

##### a. Ukuran dan gradasi

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

- 1). Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan no.# 8 (2,36 mm).

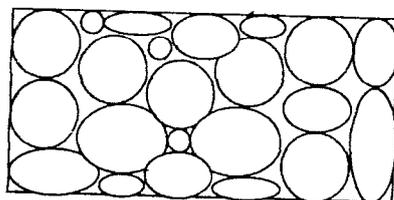
- 2). Agregat halus, batuan yang lolos saringan no.#8 dan tertahan saringan no.#30 (0,59 mm).
- 3). Mineral pengisi, batuan yang lolos saringan no.#30 dan tertahan saringan no.#200 (0,074).
- 4). *Filler*/mineral debu (*dust*), fraksi agregat halus yang lolos saringan no.#200 (0,074).

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

Gradasi adalah persentase pembagian ukuran butiran agregat yang digunakan dalam suatu konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton. Gradasi agregat dapat dinyatakan dalam suatu tabel ataupun grafik gradasi.

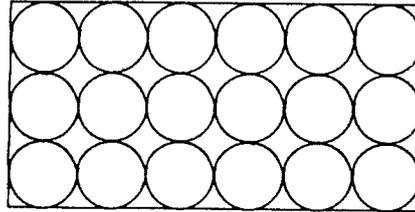
Gradasi dibedakan menjadi 3 macam (Kerb and Walker, 1971), yaitu :

- 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. Gambar 3.4 memperlihatkan contoh gradasi rapat.



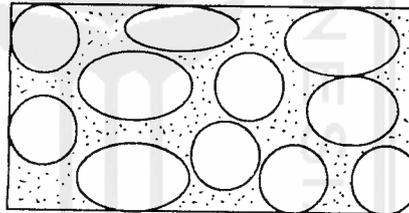
**Gambar 3.4** Gradasi rapat

- 2) *Uniform size*, disebut juga gradasi seragam, ialah gradasi yang dalam butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama. Gambar 3.5 memperlihatkan contoh gradasi seragam.



**Gambar 3.5** Gradasi seragam

- 3) *Gap graded*, disebut juga gradasi terbuka/gradasi timpang, ialah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus). Gambar 3.6 memperlihatkan contoh gradasi timpang.



**Gambar 3.6** Gradasi timpang

Untuk beton aspal, gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus/rapat. Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987.

- b. Kekerasan/kekuatan batuan (*thoughness*)

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, penggilasan, repetisi beban

lalu lintas dan penghancuran batuan (disintegrasi) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut.

c. Bentuk (*shape*)

Bentuk butiran yang kasar (*rough*) akan menghasilkan sudut gesek dalam yang besar daripada bentuk butiran yang permukaannya halus (*smooth*) dan juga butiran yang kasar lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antara partikel yang lebih kuat.

Agregat yang berbentuk angular/kubus memiliki sifat saling mengunci antar butirnya, sehingga memberikan sudut gesek dalam antar partikel batuan yang tinggi.

d. Tekstur permukaan (*Surface texture*)

Tekstur permukaan dari batuan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

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

e. 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 yang akan sulit dihilangkan, sehingga mengganggu kelekatan antara aspal dan batuan.

f. Kelekatan terhadap aspal

Faktor-faktor yang berpengaruh adalah *surface texture*, *surface coating*, *surface area*, porositas dan reaktifitas kimiawi. Lekatan aspal pada batuan merupakan ikatan yang kuat jika aspal mengandung asam tertentu dan batuan merupakan basa (*lime stone*). Sedangkan air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat.

g. Kebersihan (*cleanness*)

Agregat harus bersih dari substansi asing, seperti lumpur, sisa tumbuhan dan partikel lempung. Karena substansi asing tersebut dapat mengurangi daya lekat aspal.

h. Sifat kimiawi

Keadaan ini dipengaruhi oleh jenis agregatnya. Agregat yang bersifat basa biasanya akan lebih mudah dibasahi dengan aspal daripada air. Agregat jenis ini disebut *hydrophobic* (bersifat menolak air). Muatan listrik pada permukaan adalah positif (elektro positif). Agregat yang bersifat asam akan lebih mudah dibasahi oleh air daripada aspal, atau disebut juga dengan *hydrophilic* (bersifat suka air). Permukaannya dimuati oleh listrik negatif (elektronegatif). Dalam hal ini tidak diadakan penelitian mengenai sifat kimiawi agregat.

### 3.2.1.1 Agregat Kasar (Kerikil/Split)

Agregat kasar sebagaimana yang disyaratkan dalam buku petunjuk pelaksanaan LASTON harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, awet, kuat dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. Untuk lebih jelasnya persyaratan yang harus dipenuhi untuk agregat kasar sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/B/1987 adalah :

1. Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran (PB-0206-76) harus mempunyai nilai maksimum 40 %.
2. Kelekatan terhadap aspal (PB-0205-76) minimum 95 %.
3. Indeks kepipihan/kelonjongan butiran tertahan 9,5 mm atau 3/8" maksimum 25 % (*British Standard*).
4. Jumlah berat butiran tertahan saringan no. 4 yang mempunyai paling sedikit dua bidang pecah (visual) minimum 50 %, (khusus untuk kerikil pecah) penyerapan agregat terhadap air (PB-0202-76) maksimum 3 %.
5. Berat jenis curah (*bulk*) (PB-0202-76) agregat minimum 2,50.
6. Bagian-bagian yang lunak (AASHTO T-189) dari agregat maksimum 5%.

Selain hal tersebut diatas, agregat kasar yang digunakan harus dari sumber dan jenis yang sama. Hasil penelitian dari agregat kasar diatas dapat dilihat pada lampiran halaman 3, 4 dan 6. Sedangkan gradasi yang disyaratkan untuk agregat kasar adalah seperti yang tercantum dalam tabel 3.1

**Tabel 3.1** Persyaratan Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (ASTM)		Persen Berat yang lolos (%)	
mm	inch	Camp. Normal	Camp. Lapis Perata
19.1	¾"	100	100
12.7	½"	30-100	95-100
9.5	3/8"	0-55	50-100
4.75	no.4	0-10	0-50
0.07	no.8	0-1	0-5

Sumber : Direktorat Bina Marga, 1988

Ketahanan agregat terhadap penghancuran (degradasi) diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles (*Abration Los Angeles Test*).

### 2.3.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat yang dipakai untuk LASTON terdiri dari bahan-bahan yang berbidang kasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran-kotoran atau bahan-bahan yang tidak dikehendaki. Agregat halus bisa terdiri dari pasir bersih, bahan-bahan halus hasil pemecahan batu atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut dan dalam keadaan kering.

Agregat halus yang berasal dari batu kapur hanya boleh digunakan apabila dicampur dengan pasir alam dalam perbandingan yang sama kecuali apabila pengalaman telah menunjukkan bukti bahwa bahan tersebut tidak mudah licin oleh lalu lintas. Agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Nilai *Sand Equivalent* (AASHTO-T-176) dari agregat minimum 50 %.
2. Berat jenis semu (*Apparent*) (PB-0203-76) minimum 2,50.
3. Dari pemeriksaan Atterberg (PB-0109-176) agregat halus harus non plastis.

4. Peresapan air (PB-0202-76) maksimum 3 %.

Hasil dari penelitian agregat halus pasir Clereng dan pasir pantai terdapat pada lampiran 1 dan 5. Gradasi yang disyaratkan untuk agregat halus tercantum dalam tabel 3.2

**Tabel 3.2** Persyaratan Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (ASTM)		Persen berat yang lolos (%)		
mm	inch	LATASIR Kelas A	LATASIR Kelas B	LATASTON LASTON,ATB
9.5	3/8"	100	100	100
4.75	No.4	98-100	72-100	90-100
2.36	No.8	95-100	72-100	80-100
0.60	No.30	76-100	25-100	25-100
0.07	No.200	0-8	0-8	0-11

Sumber : Direktorat Bina Marga, 1988

### 1. Pasir Pantai

Pasir pantai yang digunakan dalam campuran Aspal Beton berasal dari Pasir Pantai Bandengan, Desa Bandengan, Kecamatan Mlonggo, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Pasirnya berwarna putih butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini banyak mengandung garam. Garam-garam ini menyerap air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

### 3.2.2. Aspal

Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal keras dengan penetrasi 60/70 dan 80/ 100. Pada penelitian ini yang digunakan adalah jenis aspal keras penetrasi 60 – 70 dengan persyaratan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen 60		Pen 80		
		min	max	min	max	
1. Penetrasi (25°C, 5dtk)	PA. 0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Ttk Lembek ( <i>ring and ball</i> )	PA. 0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik nyala dan bakar ( <i>cleveland open cup</i> )	PA. 0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan berat (163°C, 5jam)	PA. 0304-76	-	0,4	-	0,6	% berat
5. Kelarutan (CCl <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> )	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
6. Daktilitas (25°C, 5 cm/mnt)	PA. 0306-76	100	-	100	-	cm
7. Penetrasi stlh kehilangan Berat	PA. 0301-76	75	-	75	-	%
8. Berat jenis (25°C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	

Sumber : DPU, Dirjen Bina Marga, Laston No.13/PT/B/1983

Sifat-sifat aspal yang mempengaruhi dominan terhadap perilaku lapis keras adalah :

1. Sifat *Thermoplastis*

Aspal akan berubah menjadi lebih keras jika temperatur berkurang dan akan cair jika temperatur bertambah.

2. Sifat *durability*

Sifat *durability* aspal didasarkan pada daya tahan terhadap perubahan sifat apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca, dan akibat beban lalu lintas. Sifat utama *durability* adalah daya tahannya terhadap proses pengerasan.

3. *Adhesi* dan Kohesi

*Adhesi* merupakan kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap pada tempatnya setelah terjadi pengikatan (Silvia, 1999).

### 3.2.3. Aspal Beton

Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Dalam campuran aspal dan agregat, aspal berfungsi sebagai bahan ikat. Perkerasan dengan bahan ikat aspal akan terbuka di alam dan akan langsung dipengaruhi oleh perubahan cuaca. Jika aspal yang diberikan lebih rendah dari kebutuhan optimal, maka ikatan yang timbul kurang sempurna, sebaliknya pemberian yang berlebihan dapat memberikan ikatan yang baik tetapi pada suhu tinggi kelebihan aspal itu akan berakibat tidak baik juga karena itu perlu ditentukan jumlah aspal yang tepat. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka sering kali disebut sebagai “*hot mix*”.

Gradasi yang digunakan dalam campuran Aspal Beton harus benar-benar gradasi yang telah memenuhi persyaratan dari Bina Marga karena distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisis saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah. Gradasi yang baik untuk campuran Aspal Beton adalah dengan menggunakan gradasi rapat/gradasi

### 3.2.4. Lapis Aspal Beton (Laston)

Laston merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras, agregat kasar dan agregat halus, butiran pengisi/*filler* yang dicampur secara merata pada suhu tertentu, dibawa ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan dengan mesin pemadat dan akhirnya diperoleh lapisan padat Aspal Beton (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987).

Aspal untuk lapis Aspal Beton harus terdiri dari salah satu aspal penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai suhu 175 °C tidak terbakar dan memenuhi persyaratan yang disyaratkan.

Pada campuran agregat kasar, agregat halus dan *filler* tersebut ditambahkan aspal secukupnya sehingga diperoleh campuran Aspal Beton yang memenuhi persyaratan. Kadar aspal yaitu persentase berat aspal terhadap berat campuran berkisar antara 4 sampai 7 persen. Kadar aspal yang tepat harus ditentukan berdasarkan pengujian *Marshall* sehingga didapat campuran yang memenuhi persyaratan sebagaimana disebutkan pada tabel 3.4 berikut ini.

**Tabel 3.4.** Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)

Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat (2x75 tumbukan)	
	Minimum	Maximum
Stabilitas (kg)	550	-
Kelelehan (mm)	2,0	4,0
Rongga terisi aspal (%)	-	-
Rongga dalam campuran (%)	3	5
Indek perendaman (%)	75	-

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/PT/B/1987

### 3.2.5. *Filler* (Bahan Pengisi)

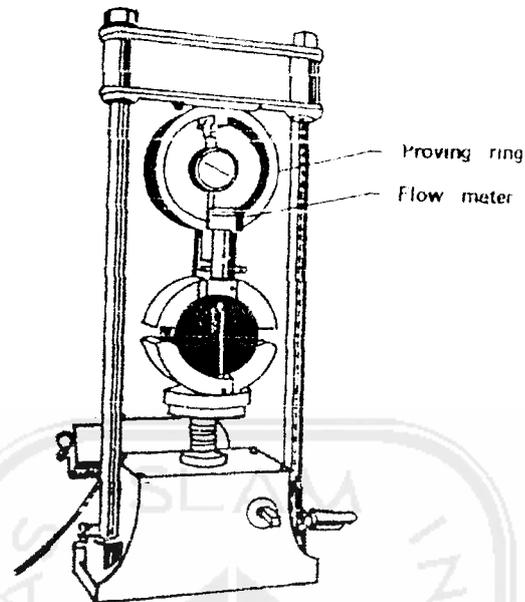
*Filler* atau bahan pengisi sebagai bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan, mempunyai peranan yang penting. Pemberian *filler* pada campuran lapis Aspal Beton akan menempati/mengisi rongga-rongga antar butiran sehingga mengakibatkan berkurangnya kadar pori dalam campuran Aspal Beton.

### 3.3 Percobaan *Marshall*

Metode *Marshall* pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall, yang selanjutnya dikembangkan oleh *U.S Corps of Engineer*. Sifat-sifat (karakteristik) campuran Aspal Beton dapat diperiksa dengan menggunakan Metode *Marshall*. Saat ini pemeriksaan *Marshall* mengikuti prosedur AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62 T (Silvia,1999).

Metode *Marshall* digunakan untuk mengukur resistensi (perlawanan) dari suatu silinder spesimen campuran Aspal Beton setelah dipadatkan dengan cara membebani pada permukaan sisi spesimen dengan menggunakan alat *Marshall*. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran Aspal Beton.

Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) yang berkapasitas 2.500 Kg atau 5.000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran Aspal Beton. Di samping itu terdapat arloji kelelahan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*) (Silvia,1999).



**Gambar 3.7** *Alat Marshall*

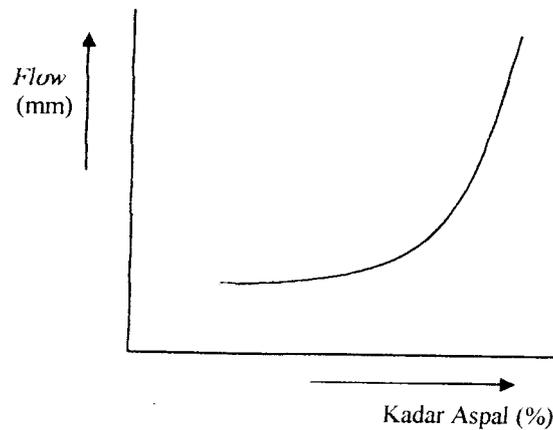
### 3.3.1 Kriteria Percobaan *Marshall*

Kriteria percobaan *Marshall* yang harus dipenuhi oleh campuran aspal sebagai berikut :

#### 1. Kelelahan plastis (*flow*)

*Flow* dinyatakan dalam mm, merupakan besarnya penurunan (deformasi) yang terjadi akibat adanya pembebanan yang bekerja secara vertikal di atasnya (beban lalu lintas), yang memberikan indikator terhadap lentur pada lapis perkerasan (Silvia, 1999).

Nilai *flow* yang disyaratkan menurut petunjuk pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987 Departemen Pekerjaan Umum adalah 2 – 4. Grafik nilai *flow* ditunjukkan pada gambar 3.8 di bawah ini.

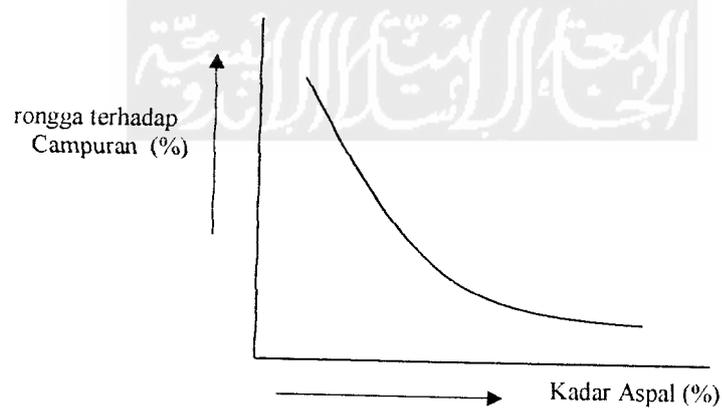


**Gambar 3.8. Grafik Nilai Flow**

2. Rongga dalam campuran (*void in the mix/VITM*)

VITM dinyatakan dalam persen (%) adalah persentase volume rongga terhadap volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM erat kaitannya terhadap kekedapan campuran yang berpengaruh pada keawetan (durabilitas) lapis perkerasan (Silvia, 1999).

Nilai VITM yang disyaratkan menurut petunjuk pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987 Departemen Pekerjaan Umum adalah 3–5. Grafik nilai VITM ditunjukkan pada gambar 3.9 di bawah ini.



**Gambar 3.9. Grafik Nilai VITM**

Nilai VITM (*Void In The Mix*) dihitung dengan persamaan (4).

c = berat benda uji sebelum direndam/berat kering

d = berat dalam keadaan jenuh (SSD) (gr)

e = berat di dalam air (gr)

$$f = \text{isi benda uji} = d - e \quad (1)$$

$$g = \text{berat isi benda uji} = c / f \quad (2)$$

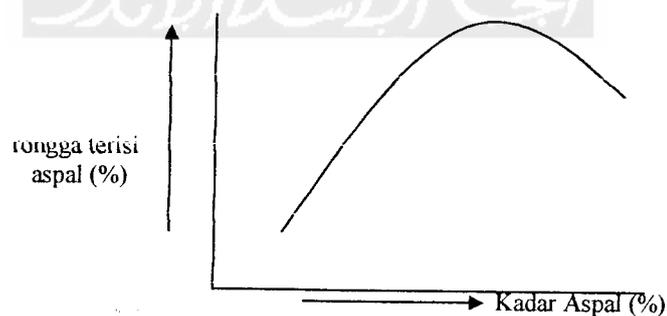
h = berat jenis maksimum teoritis

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ Agregat}}{\text{BJ Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{\text{BJ Aspal}}} \quad (3)$$

$$n = \text{VITM} = 100 - (100 \times (g/h)) \quad (4)$$

### 3. Rongga terisi aspal (*void filled with asphalt/VFWA*)

VFWA dinyatakan dalam persen (%) adalah persentase volume dalam aspal yang dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran. Nilai VFWA menunjukkan keawetan dan kemudahan pelaksanaan (*workability*) suatu konstruksi perkerasan. Lapis keras dengan VFWA tinggi akan memiliki kekedapan dan keawetan campuran yang tinggi pula. Grafik nilai VFWA ditunjukkan pada gambar 3.10 di bawah ini.



**Gambar 3.10. Grafik Nilai VFWA**

Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) dihitung dengan persamaan (8) di bawah ini.

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ Aspal}} \quad (5)$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{BJ \text{ Agregat}} \quad (6)$$

$$l = 100 - j \quad (7)$$

$$m = VFWA = 100 \times \frac{i}{l} \quad (8)$$

#### 4. *Stability* (stabilitas)

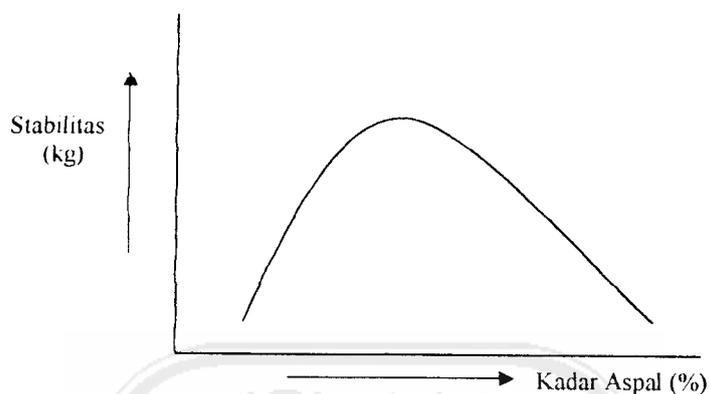
Stabilitas dinyatakan dalam kg adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban yang terjadi di atasnya (beban lalu lintas) tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai stabilitas yang disyaratkan menurut petunjuk pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987 Departemen Pekerjaan Umum adalah minimal 550. Stabilitas merupakan parameter yang sering digunakan untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran Aspal Beton, dihitung dengan persamaan (11) di bawah ini.

$$o = \text{pembacaan dial (stabilitas)} \quad (9)$$

$$p = o \times \text{kalibrasi proving ring} \quad (10)$$

$$q = \text{stabilitas} = p \times \text{koreksi tebal benda uji} \quad (11)$$

Grafik nilai stabilitas ditunjukkan pada gambar 3.11 di bawah ini.



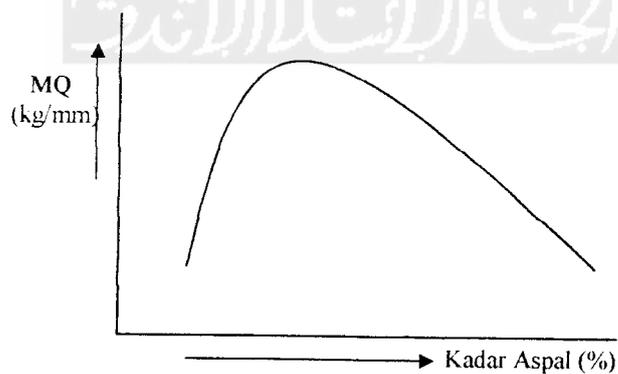
**Gambar 3.11. Grafik Nilai Stabilitas**

#### 5. Marshall Quotient (MQ)

*Marshall Quotient* dinyatakan dalam kg/mm adalah hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehan (*flow*) yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Grafik nilai MQ ditunjukkan pada gambar 3.12.

Nilai *Marshall Quotient* dihitung dengan menggunakan persamaan (12) di bawah ini.

$$MQ = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \quad (12)$$



**Gambar 3.12. Grafik Nilai Marshall Quotient**

Setelah menganalisis dan membahas hasil-hasil dari pengujian *Marshall* seperti tersebut di atas, selanjutnya nilai-nilai dari grafik tersebut dibandingkan dengan persyaratan lapis keras Bina Marga untuk mencari kadar aspal optimum yang dinyatakan dalam persen (%).

Sehingga dapat disimpulkan nilai-nilai kadar aspal optimum untuk masing-masing jenis dan kadar agregat halus, yang kemudian akan digunakan seperti hasil penelitian pada lampiran 22 – 25.

### 3.4 Uji perendaman *Marshall (Immersion Test)*

Uji perendaman bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran akibat dari pengaruh air, suhu dan cuaca. Uji perendaman (*Immersion Test*) pada penelitian ini dilakukan selama 30 menit dan 24 jam dalam suhu konstan 60 °C sebelum pembebanan diberikan. Uji rendaman ini mengacu pada AASHTO T.165-82 atau ASTM D.1075-76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran Aspal Beton adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa/campuran yang direndam selama 30 menit (S1) adalah:

$$\text{Index of Retained Strength} = \frac{S2}{S1} \times 100\% \quad (13)$$