

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Konstruksi Perkerasan

Pemeriksaan dan pengujian bahan perkerasan jalan raya yang menggunakan bahan perkerasan aspal dilakukan untuk mengendalikan mutu bahan perkerasan. Pengendalian yang dimaksud adalah agar jenis dan mutu bahan perkerasan yang akan diusahakan sesuai dengan rencana kebutuhan yang ada. Dengan kata lain penggunaan bahan perkerasan jalan harus sesuai dengan kondisi dilapangan. Agregat dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, dan batu kali. Sedangkan bahan pengikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat.

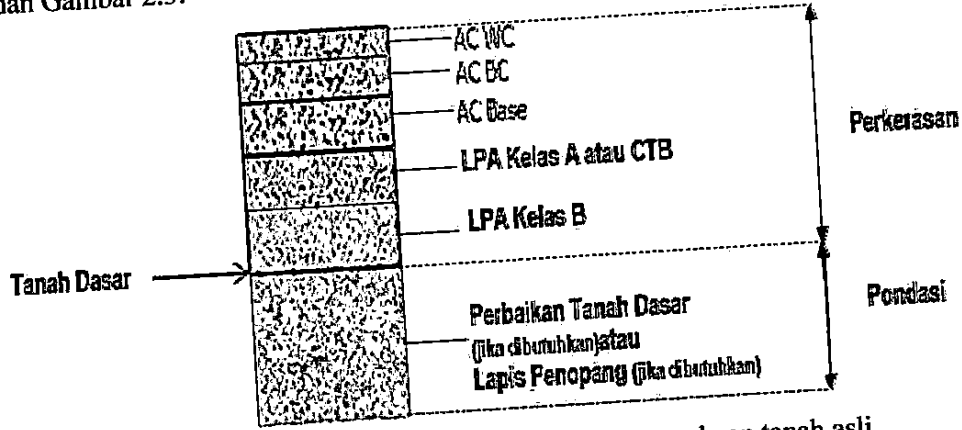
Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- a. 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.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

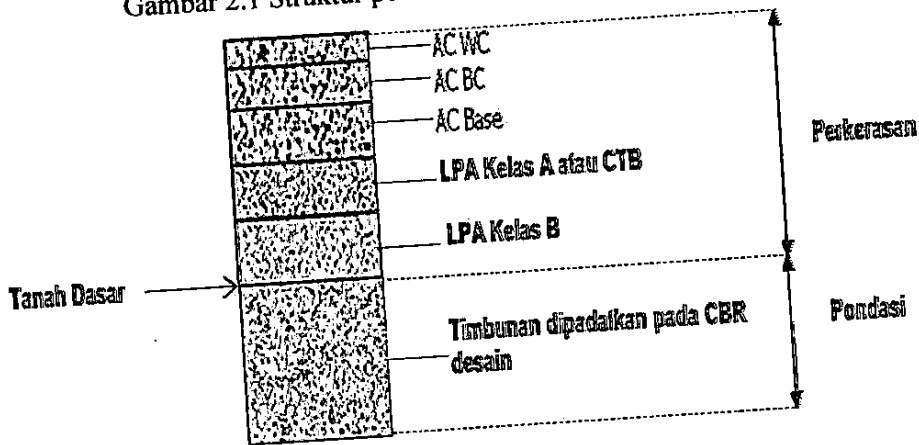
Sedangkan menurut Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (2013), jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain perkerasan terdiri atas:

1. Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Struktur perkerasan pada timbunan.

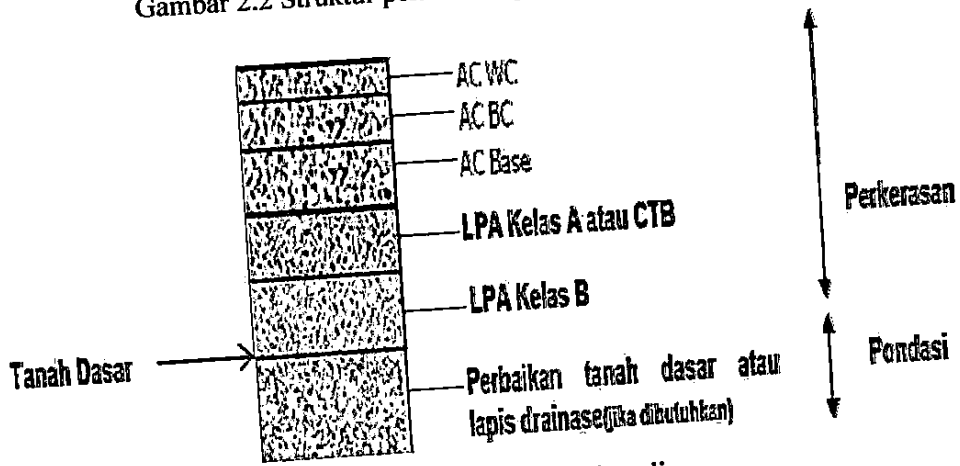
Tipikal struktur perkerasan ini dapat dilihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli



Gambar 2.2 Struktur perkerasan pada timbunan



Gambar 2.3 Struktur perkerasan pada galian

### **Lapis Aspal Beton (Laston-BASE)**

Lapis Aspal Beton adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural yang pertama kali dikembangkan di Amerika oleh *The Asphalt Insitute* dengan nama *Asphalt Concrete (AC)*. Laston sebagai lapis lapisan pondasi atas, dikenal dengan nama *AC-Base (Asphalt Concrete-Base)* dengan tebal minimum 7.5 cm. Lapisan ini memerlukan stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.

Aspal Beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan meyebarkannya ke lapisan dibawahnya.

Adapun susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur terdiri atas :

- a. Lapis permukaan (*surface course*) : Lapisan permukaan paling atas pada suatu jalan raya. Lapisan yang biasanya kita pijak, atau lapisan yang bersentuhan langsung dengan ban kendaraan. Lapisan ini berfungsi sebagai penahan beban roda. Lapisan ini memiliki stabilitas yang tinggi untuk melindungi lapisan dibawahnya, dan diperuntukkan untuk meneruskan beban kendaraan ke lapisan dibawahnya.
- b. Lapis pondasi atas (*base course*) : lapisan ini terletak dilapisan bawah lapisan permukaan. lapisan ini terutama berfungsi untuk menahan gaya lintang akibat beban roda dan menerus beban ke lapisan dibawahnya, sebagai bantalan untuk lapisan permukaan dan lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- c. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) : Lapisan ini berada dibawah lapisan pondasi atas dan diatas lapisan tanah dasar. Lapisan ini berfungsi untuk menyebarkan beban dari lapisan pondasi bawah ke lapisan tanah dasar, untuk menghemat penggunaan material yang digunakan pada lapisan pondasi atas, karena biasanya menggunakan material yang lebih murah. Selain itu lapisan pondasi bawah juga berfungsi untuk mencegah partikel halus masuk kedalam

dibawahnya. Material yang digunakan untuk lapisan pondasi bawah umumnya harus nilai CBR minimum 20% dan indeks plastisitas (PI)  $\leq$  10%. Biasa di Indonesia lapisan ini memakai pasir dan batu (Sirtu) kelas A, B, atau kelas C atau tanah lempung. Selain itu dapat pula digunakan stabilitas agregat atau tanah dengan semen.

- d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*) : Lapisan ini berada terbawah dari perkerasan jalan raya. Apabila kondisi tanah pada lokasi pembangunan jalan mempunyai spesifikasi yang direncanakan maka tanah tersebut akan langsung dipadatkan dan digunakan. Tebalnya berkisar antara 50 – 100 cm. Fungsi utamanya adalah sebagai tempat perletakan jalan raya.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga Spesifikasi 2010, lapisan-lapisan campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal kasar, dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Sedangkan yang dimaksud gradasi menerus adalah komposisi yang menunjukkan pembagian butir yang merata mulai dari ukuran yang terbesar sampai dengan ukuran yang terkecil. Aspal beton dengan campuran bergradasi menerus memiliki komposisi yang terdiri atas agregat kasar, agregat halus, mineral pengisi (*filler*), dan aspal (*bitumen*) sebagai pengikat. Ciri lainnya mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu beton aspal memiliki aspal memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku.

Menurut spesifikasi campuran beraspal Direktorat Jenderal Bina Marga edisi November 2010, ketentuan mengenai sifat-sifat dari Laston (AC) aspal pen 60/70 dengan menggunakan spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga edisi November

Tabel 2.1. Ketentuan Sifat-sifat Campuran *Asphalt Concrete* (AC)

Sifat-sifat campuran		Laston					
		Lapis aus (AC)		Lapis antara (BC)		Lapis pondasi (BASE)	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal efektif(%)		5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal (%)	Maks	12					
Jumlah Tumbukan Perbidang		75				112	
Rongga Dalam Campuran (%)	Maks	3,5					
	Min	5,0					
Rongga dalam campuran (VMA)(%)	Min	15	14		13		
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	63		60		
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800				1800	
	Maks	-				-	
Pelelehan (mm)	Min	3				4,5	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250				300	
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam,60C	Min	90					
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal atau (refusal)	Min	2,25					

Sumber : Spesifikasi umum 2010(revisi-2), PU-Bina Marga

Tabel 2.2. Ketentuan Sifat-sifat Campuran *Asphalt Concrete* (AC) Modifikasi

Sifat-sifat Campuran		Laston					
		Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi	
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal (%)	Maks	1,2					
Jumlah tumbukan / bidang		75				112	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0					
	Maks	5,0					
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14		13		
Ronga terisi aspal (%)	Min	65	63		60		
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000				2250	
Pelelehan (mm)	Min	3				4,5	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	300				350	
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min	90					
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2					
Stabilitas Diamis, lintasan/mm	Min	2500					

## 1. Agregat

Agregat adalah material berbutir yang keras dan kompak. Istilah agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu, dan pasir. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan, dimana agregat menempati proporsi terbesar dalam campuran, umumnya berkisar 90% - 95 % dari berat total campuran.

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah tertahan ayakan no. 8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, dan awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.
- b. Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan.
- c. Agularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji menurut Pennsylvania DoT's Test Method No. 621.
- d. Fraksi Agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampang dingin (cold bin feeds) sedemikian rupa sehinggalah gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik. Agregat kasar pada campuran beraspal berfungsi memberikan kekuatan yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci (interlocking) dari masing-masing partikel agregat. Agregat kasar mempunyai peranan sebagai pengembang volume mortar, menjadikan campuran lebih ekonomis, meningkatkan ketahanan mortar terhadap kelelahan (flow) dan meningkatkan stabilitas.

Agregat yang digunakan harus dari sumber dan jenis yang sama untuk menjamin adanya keseragaman dari campuran. Berikut spesifikasi agregat yang disyaratkan untuk campuran *Asphalt Concrete* (AC) dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3. Spesifikasi Pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Rujukan	Persyaratan		Satuan
			Agregat kasar	Agregat halus	
1.	Abrasidenganmesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks 40		%
2.	Beratjenissemu	SNI 03-1969-1990 SNI 03-1970-1990	Min 2,5	Min 2,5	
3.	Absorbsi air	SNI 03-1969-1990 SNI 03-1970-1990	Maks 3	Maks 3	%

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi-2

Tabel 2.4 Batasan Gradasi Agregat Untuk Campuran Laston-AC-BASE

No. Saringan	Bukaan saringan	% Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran	
		Laston (AC)	Gradasi kasar BASE
1.5	37,5 mm		100
1	25 mm		90 - 100
¾"	19 mm		73 - 90
½"	12,5 mm		55 - 76
3/8"	9,5 mm		45 - 66
#4	4,75 mm		28 - 39,5
# 8	2,36 mm		19 - 26,8
# 16	1,18 mm		12 - 18,1
# 30	0,600 mm		7 - 13,6
# 50	0,300 mm		5 - 11,4
#100	0,150 mm		4,5 - 9
#200	0,075 mm		3 - 7





3.	Titiknyaladantitikbakar	SNI 06-2433-1991	200		°C
4.	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	SNI 06-2432-1991	100		cm
5.	Penurunanberat	SNI 06-2440-1991		0,8	% berat
6.	Beratjenis (25°C)	SNI 06-2441-1991	1		gr/cc
7.	Penetrasisetelahpenurunanberat, %asli	SNI 06-2456-1991	54		

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi-2

### 3. Filler

Fungsi *filler* dalam campuran adalah : Untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang. Filler dan aspal secara bersamaan membentuk suatu pasta yang akan membalut dan mengikat agregat halus, mengisi ruang antara agregat. Apabila dicampur dengan aspal maka *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat antar butiran-butiran agregat. *Filler* harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.6.

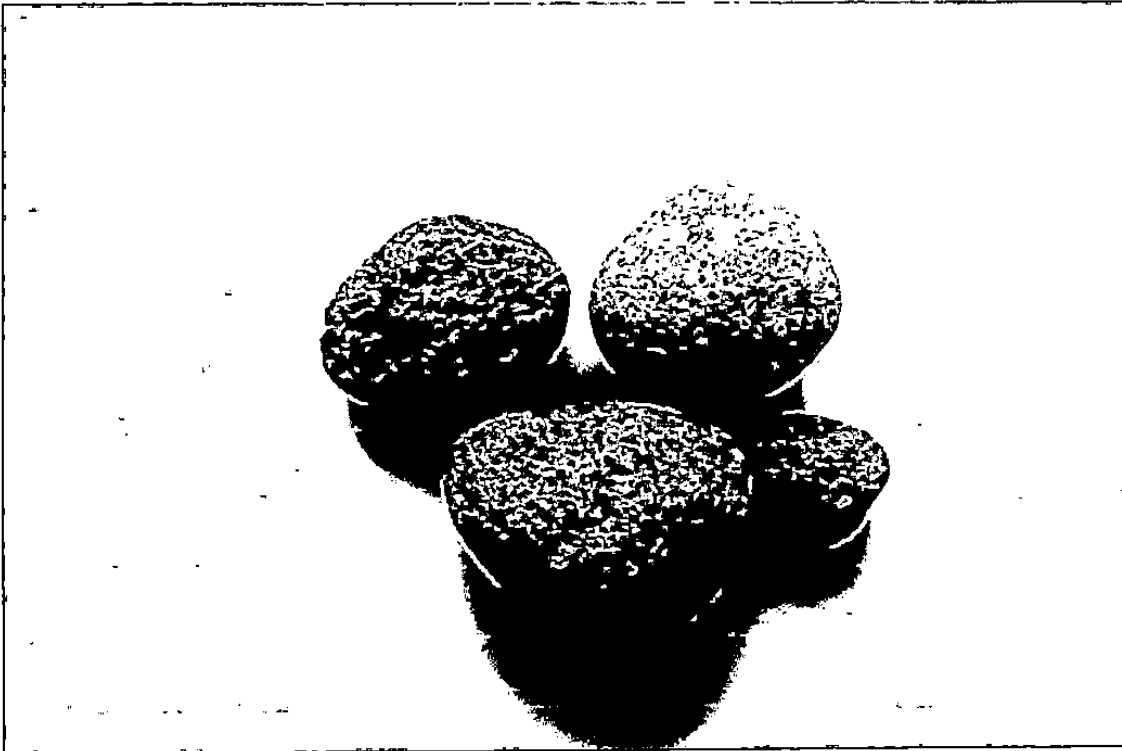
Tabel 2.6 Syarat gradasi bahan pengisi (*filler*)

Sifat-sifat	Metoda Pengujian	Persyaratan
Berat butiran yang lolos ayakan 75 mikron	SNI 03-4142-1996	≥ 75 %

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi-2

### 4. Batu rounded

Bulat (*rounded*) Agregat yang dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan daya penguncian (*interlocking*) yang lebih kecil dan mudah



Gambar 2.5 Bentuk agregat batu *rounded* (*Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi-2*)

### C. Metode *Marshall*

#### 1. Karakteristik *Marshall*

Menurut Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Di bawah ini adalah penjelasan dari ketujuh karakteristik beton aspal tersebut.

##### 1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan pekerjaan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan mayoritas kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi.

- a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.
- b. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat. Agregat dengan gradasi baik, atau bergradasi rapat akan memberikan rongga antar butiran agregat (voids in mineral aggregate) yang kecil yang menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. Void In Mineral Aggregate (VMA) yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air. Oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (karena VMA kecil) dan juga menghasilkan rongga antar campuran atau Voids In The Mix (VIM) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang disebut bleeding.

## 2. Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan) diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah:

- a. Voids In The Mix (VIM) kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).
- b. Void In Mineral Aggregate (VMA) besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya bleeding cukup besar, untuk mencapai VMA yang besar ini

- c. Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding menjadi besar.

### 3. Fleksibilitas (*Fleksibility*)

Kelenturan atau fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan:

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang, diperoleh VMA yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
- c. Penggunaan aspal cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

### 4. Kekesatan/tahanan geser (*Skid Resistance*)

Skid resistance adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan (basah) maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Tingginya nilai tahanan geser ini dipengaruhi oleh:

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding.
- c. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

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

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan berupa alur (*rutting*) dan retak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

### 6. Kedap Air (*Impermeable*)

Kemampuan lapis beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan

### 7. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan Pelaksanaan adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Jalan yang melayani lalu lintas ringan seperti mobil penumpang sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

#### D. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian tentang penggunaan batu *rounded* pada campuran aspal, yakni :

1. Priyanto (2005) melakukan penelitian mengenai pengaruh butiran agregat kasar tanpa bidang pecah terhadap karakteristik *Marshall campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Dari hasil pengujian pemakaian beberapa kombinasi gabungan antara agregat kasar pecah dengan agregat kasar *rounded*, menunjukkan agregat kasar *rounded* terbukti dapat memperbaiki nilai struktural campuran beton aspal pada kadar aspal optimum (KAO) 5,5% dengan mendasarkan metode pendekatan kepadatan mutlak (pemadatan 2x400 tumbukan)
2. Pamungkas (2011) melakukan penelitian mengenai penggunaan material galian dari Desa Koripan Matesih untuk pembuatan aspal beton campuran panas. Penggunaan agregat Koripan dalam campuran AC-WC spec IV menghasilkan nilai stabilitas sebesar 711,5 kg, nilai flow sebesar 3,48 mm, nilai porositas 16,077%, nilai densitas 2,016 gr/ cm<sup>3</sup> dan nilai Marshall Quotient 215,823 kg/mm pada kadar aspal optimum 5,3 %. Sesuai persyaratan Bina Marga (1989) SNI No. 1737-1989-F nilai stabilitas, flow, densitas dan Marshall Quotient masih memenuhi persyaratan yang ada. Sementara untuk nilai porositasi tidak memenuhi persyaratan.