

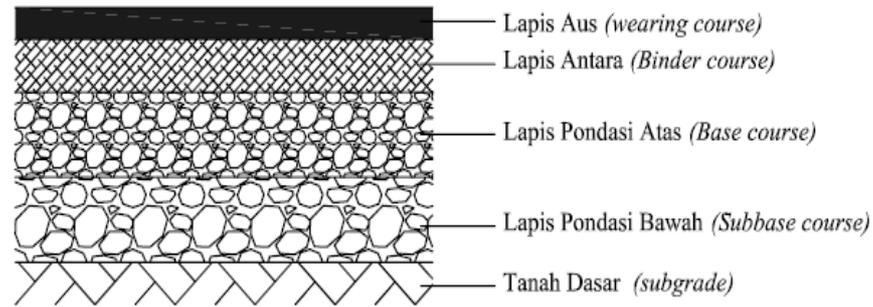
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan. (Silvia Sukirman, 2003)

Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa jenis sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain:

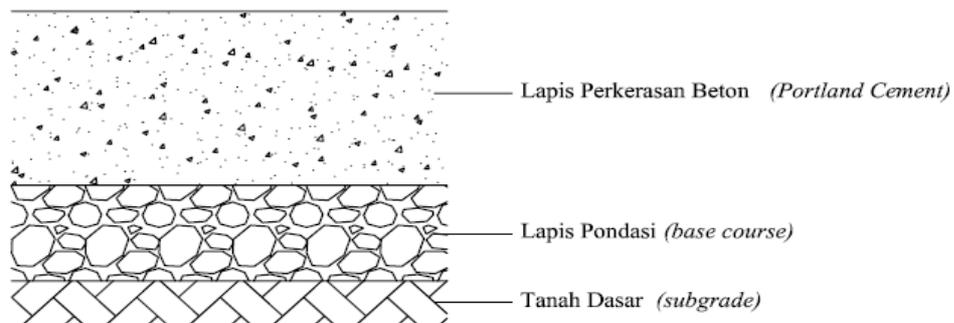
1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
  - a. Memakai bahan pengikat aspal.
  - b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
  - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
  - d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).



Gambar 2.1. Komponen Perkerasan Lentur

## 2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

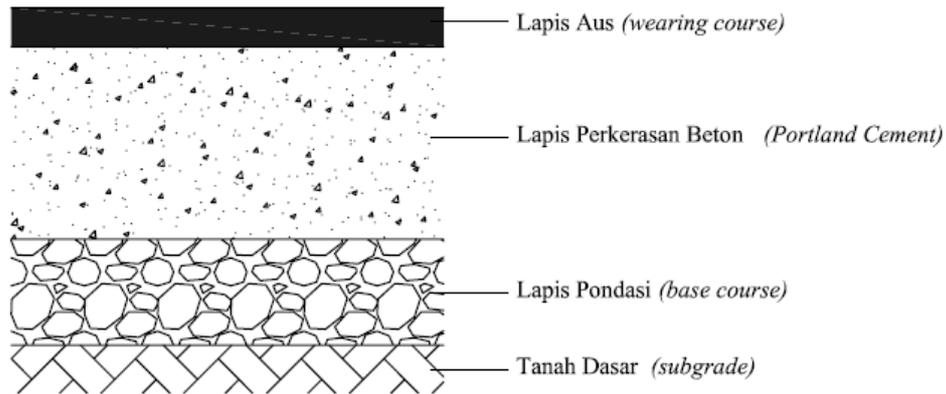
- a. Memakai bahan pengikat semen (*portland cement*).
- b. Sifat lapisan utama (pelat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, bersifat sebagai balok di atas permukaan.



Gambar 2.2. Komponen Perkerasan Kaku

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

- a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
- b. Perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.



Gambar 2.3. Komponen Perkerasan Komposit

## B. Fungsi Lapis Perkerasan

Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapis paling atas disebut sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapis pondasi, yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan.

### 1. Lapis Permukaan

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan dapat meliputi:

#### a. Struktural

Ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban vertikal maupun beban horizontal (gaya geser).

Untuk hal ini persyaratan yang dituntut adalah kuat, kokoh, dan stabil.

#### b. Non Struktural

1) Lapis kedap air, mencegah masuknya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada di bawahnya.

- 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
- 3) Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gesek (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan lalu lintas.
- 4) Sebagai lapisan aus, yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan yang baru.

Lapis permukaan itu sendiri masih bisa dibagi lagi menjadi dua lapisan lagi, yaitu:

1) Lapis Aus (*Wearing Course*)

Lapis aus (*wearing course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara (*binder course*). Fungsi dari lapis aus adalah:

- a) Mengamankan perkerasan dari pengaruh air.
- b) Menyediakan permukaan yang halus.
- c) Menyediakan permukaan yang kesat.

2) Lapis Antara (*Binder Course*)

Lapis antara (*binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di antara lapis pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*). Fungsi dari lapis ini antara lain adalah:

- a) Mengurangi tegangan.
- b) Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

## 2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah. Fungsi lapis ini adalah:

- a) Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
- b) Pemikul beban horizontal dan vertikal.
- c) Lapis perkerasan bagi pondasi bawah.

## 3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis ini adalah:

- a) Penyebar beban roda.
- b) Lapis peresapan.
- c) Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi.
- d) Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.

## 4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

### **C. Bahan Penyusun Perkerasan Lentur**

Bahan penyusun lapis permukaan untuk perkerasan lentur yang utama terdiri atas bahan ikat dan bahan pokok. Bahan pokok bisa berupa pasir, kerikil, batu pecah/agregat dan lain-lain. Sedangkan untuk bahan ikat perkerasan bisa berbeda-beda, tergantung dari jenis perkerasan jalan yang akan dipakai. Bisa berupa tanah liat, aspal/bitumen, *portland cement*, atau kapur/ *lime*.

## 1. Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *asphalthenes*, *resins*, dan *oils*. Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Selain sebagai bahan ikat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Pada temperatur ruang aspal bersifat thermoplastis, sehingga aspal akan mencair jika dipanaskan sampai pada temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Silvia Sukirman, 2003).

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak. Aspal alam yaitu aspal yang diperoleh di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

#### a. Sifat Aspal

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- 1) Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- 2) Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada pada agregat itu sendiri.

Berarti aspal yang digunakan harus memiliki syarat-syarat sebagai berikut:

##### 1) *Durability* (Daya tahan)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa umur pelayanan.

##### 2) Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Kohesi adalah ikatan di dalam molekul aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

##### 3) Kepekaan terhadap temperatur

Aspal memiliki sifat termoplastis, sifat ini diperlukan agar aspal tetap memiliki ketahanan terhadap temperatur.

##### 4) Kekerasan Aspal

Pada pelaksanaan proses pencampuran aspal ke permukaan agregat dan penyemprotan aspal ke permukaan agregat terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas dan viskositas bertambah tinggi.

Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan aspal dan demikian juga sebaliknya. (Sukirman, 1992)

#### 5) Sifat pengerjaan (*workability*)

Aspal yang dipilih lebih baik yang mempunyai *workability* yang cukup dalam pengerjaan pengaspalan jalan. Hal ini akan mempermudah pelaksanaan penghamparan dan pemadatan untuk memperoleh lapisan yang padat dan kuat.

Tabel 2.1. Ketentuan untuk Aspal Penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik;	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2	Viskositas 135°C	SNI 06-6441-1991	385
3	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥ 48
4	Indeks Penetrasi	-	≥ - 1,0
5	Daktalitas pada 25 °C, (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7	Kelarutan dalam Toluene, %	ASTM D 5546	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part	-

Sumber: *Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2010*

#### b. Asbuton Untuk Bahan Jalan

Jenis-jenis Asbuton yang telah diproduksi, baik secara fabrikasi maupun secara manual pada tahun-tahun belakangan ini adalah Asbuton butir atau mastik Asbuton, aspal yang dimodifikasi dengan Asbuton dan bitumen Asbuton hasil ekstraksi yang dimodifikasi. (DPU, Direktorat Jenderal Bina Marga; Buku 1: Pedoman Pemanfaatan Asbuton, 2006)

##### 1) Asbuton Butir

Asbuton butir adalah hasil pengolahan dari Asbuton berbentuk padat yang di pecah dengan alat pemecah batu (*crusher*) atau alat pemecah lainnya yang sesuai sehingga memiliki ukuran butir tertentu. Adapun

bahan baku untuk membuat Asbuton butir ini dapat Asbuton padat dengan nilai penetrasi bitumen rendah (<10 dmm) seperti Asbuton padat eks Kabungka atau yang memiliki nilai penetrasi bitumen diatas 10 dmm (misal Asbuton padat eks Lawele), namun dapat juga penggabungan dari kedua jenis Asbuton padat tersebut. Melalui pengolahan ini diharapkan dapat mengeliminasi kelemahan-kelemahan, yaitu ketidakseragaman kandungan bitumen dan kadar air serta dengan membuat ukuran maksimum butir yang lebih halus sehingga diharapkan dapat lebih mempermudah termobilisasinya bitumen Asbuton dari dalam butiran mineralnya.

## 2) Asbuton Hasil Ekstraksi

Ekstraksi Asbuton dapat dilakukan secara total hingga mendapatkan bitumen Asbuton murni atau untuk memanfaatkan keunggulan mineral Asbuton sebagai *filler*, ekstraksi dilakukan hingga mencapai kadar bitumen tertentu. Produk ekstraksi Asbuton dalam campuran beraspal dapat digunakan sebagai bahan tambah ( *additive* ) aspal atau sebagai bahan pengikat sebagaimana halnya aspal standar siap pakai atau setara aspal keras yang dikenal dengan Asbuton modifikasi.

Bahan baku untuk membuat aspal hasil ekstraksi Asbuton ini dapat dilakukan dari Asbuton dengan nilai penetrasi rendah (misal Asbuton eks Kabungka) atau Asbuton dengan nilai penetrasi tinggi (misal Asbuton eks Lawele). Bahan pelarut yang dapat digunakan untuk ekstraksi Asbuton diantaranya adalah kerosin, alkosol, naphtha, normal heptan, asam sulfat dan trichlor ethylen (*TCE*).

Terdapat beberapa produk hasil ekstraksi (*refine*) Asbuton dengan kadar/kandungan bitumen antara 60 hingga 100%. Apabila bitumen hasil ekstraksi yang keras (penetrasi rendah) maka untuk membuat bitumen tersebut setara dengan Aspal Keras Pen 40 dan Pen 60 dapat dilunakkan dengan bahan pelunak (minyak berat) dengan komposisi tertentu.

Hasil ekstraksi Asbuton yang masih memiliki mineral antara 50% sampai dengan 60%, agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat masih memerlukan pelunak atau peremaja sehingga yang selama ini telah digunakan di lapangan adalah dengan mencampurkan hasil ekstraksi tersebut dengan aspal keras atau dikenal dengan istilah “Aspal yang dimodifikasi dengan Asbuton”. Aspal Buton yang digunakan pada penelitian ini merupakan Asbuton modifikasi dengan nama produk *Retona Blend 55*.

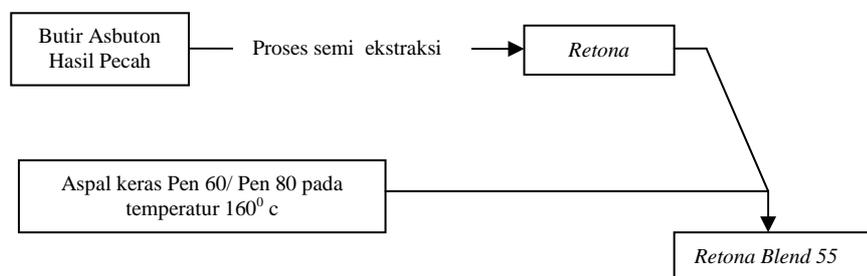
### 3) *Refine* Asbuton (*Retona*)

*Refined Buton Asphalt (Retona)* merupakan jenis bitumen yang diekstraksi dari Asbuton. Sifat material dari *Retona* yaitu memiliki viskositas tinggi sehingga untuk kemudahan dalam pengerjaannya, maka *Retona* dicampur dengan aspal minyak. Proses ekstraksi dari *Retona* dapat menghasilkan produk *Retona* yang berbeda-beda, tergantung dari proporsi *inorganic solvent* yang digunakan dalam proses tersebut. Sebagai contoh, *Retona 60* merupakan ekstraksi Asbuton dengan 60% bitumen dan 40% *filler*, sedangkan *Retona 90* merupakan kadar bitumen 90% dan 10% *filler*. *Retona Blend 55*

merupakan hasil pencampuran aspal minyak dan aspal *Retona*, tujuannya agar memberikan kemudahan dalam proses pengerjaanya dan memberikan kinerja yang lebih baik.

a). Proses Pembuatan *Retona Blend 55*

*Retona Blend 55* merupakan gabungan antara Asbuton butir yang telah diekstraksi sebagian dengan aspal keras Pen 60 atau Pen 80 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi dengan proses seperti diperlihatkan bagan alir pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Proses Pembuatan *Retona Blend 55*  
(Sumber: Departemen PU)

Tabel 2.2. Ketentuan Untuk Aspal yang Dimodifikasi

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik;	SNI 06-2456-1991	40 – 55
2	Viskositas 135°C	SNI 06-6441-1991	385 - 2000
3	Titik Lembek ( °C)	SNI 06-2434-1991	-
4	Indeks Penetrasi	-	≥ - 0,5
5	Daktalitas pada 25 °C, (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7	Kelarutan dalam Toluene, %	ASTM D 5546	≥ 90
8	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	≤ 2,2

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2010

## 2. Agregat

Agregat atau batu, atau granular material 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. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan. (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1: Petunjuk Umum)

Fungsi dari agregat dalam campuran aspal adalah sebagai kerangka yang memberikan stabilitas campuran jika dilakukan dengan alat pemadat yang tepat. Agregat sebagai komponen utama atau kerangka dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90%–95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75%–85% agregat berdasarkan persentase volume. (Sukirman,S., 2003)

Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi atas dua fraksi, yaitu:

### a. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	Maks.12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90
Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10 cm)			80/75
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal

#### b. Agregat Halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm). Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi Halus Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	AASHTO TP-33 atau ASTM C1252-93	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan 10 cm)		Min. 40

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal

c. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan mempunyai sifat non plastis.

Fungsi *filler* dalam campuran adalah:

- 1) Untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
- 2) *Filler* dan aspal secara bersamaan akan membentuk suatu pasta yang akan membalut dan mengikat agregat halus untuk membentuk mortar.
- 3) Mengisi ruang antara agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

**D. Gradasi**

Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butir agregat ini disebut gradasi agregat.

Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga dalam campuran dan menentukan *workability* (sifat mudah dikerjakan) dan stabilitas campuran. Untuk menentukan apakah gradasi agregat memenuhi spesifikasi atau tidak, diperlukan suatu pemahaman bagaimana ukuran partikel dan gradasi agregat diukur. Gradasi agregat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan

ukuran bukaan jaringan kawatnya dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut.

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan.

(Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1: Petunjuk umum)

Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi Seragam (*Uniform Graded*)/Gradasi Terbuka (*Open Graded*)

Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, dan berat volume kecil.

2. Gradasi Rapat (*Dense Graded*)

Gradasi rapat, merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

3. Gradasi Senjang (*Gap Graded*)

Gradasi senjang (*gap graded*), merupakan campuran yang tidak memenuhi dua kategori di atas. *Aggregate* bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur merupakan campuran dengan satu fraksi hilang atau satu fraksi sedikit. Gradasi seperti ini juga disebut

gradasi senjang. Gradasi senjang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis di atas.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.5. berikut ini. Pada penelitian ini digunakan campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* bergradasi kasar.

Tabel 2.5. Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)					
	Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
	WC	BC	Base	WC	BC	Base
	37,5	-	-	100	-	-
25	-	100	90 - 100	-	100	90 - 100
19	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90
12,5	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
9,5	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
4,75	54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5
2,36	39,1 - 53	34,6 - 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
1,18	31,6 - 40	28,3 - 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
0,600	23,1 - 30	20,7 - 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
0,300	15,5 - 22	13,7 - 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
0,150	9 - 15	4 - 13	4 - 10	6 - 13	5 - 11	4,5 - 9
0,075	4 - 10	4 - 8	3 - 6	4 - 10	4 - 8	3 - 7

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2010

### **E. Lapis Aspal Beton**

Lapisan aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu. (Sukirman, S.,1992)

Tebal nominal minimum Laston adalah 4 - 6 cm (Depkimpraswil, 2002). Sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu:

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
2. Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 5 cm.
3. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.

Lapisan aspal beton (Laston) yang secara umum digunakan secara luas diberbagai negara adalah direncanakan untuk memperoleh kepadatan yang tinggi, nilai struktural tinggi, dan kadar aspal yang rendah. Hal ini biasanya mengarah menjadi suatu bahan yang relatif kaku, sehingga konsekuensi ketahanan rendah dan keawetan yang terjadi rendah pula.

Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 untuk Laston sebagai berikut:

Tabel 2.6. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston yang Dimodifikasi (AC Mod)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Kadar Aspal Efektif (%)		4,5	4,2	4,2
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,2		
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,5		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	1000		2250
	Maks.	-		-
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.	2,5		
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm	Min.	2500		

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal

Tabel 2.7. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston					
		Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar aspal efektif (%)		5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,2					
Jumlah tumbukan per bidang		75				112	
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,5					
	Maks.	5,0					
Rongga dalam Agregat (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	

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal

## **F. Karakteristik Campuran Beraspal**

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah:

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

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan yang volume lalu lintasnya hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang maka kadar aspal yang dibutuhkan pun rendah. Hal ini menghasilkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitas menjadi rendah. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel, dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

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 (*voids in mix* = VIM) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh ke luar yang disebut *bleeding*.

## **2. Durability (Keawetan/Daya Tahan)**

Durabilitas 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. VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).
- b. 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 digunakan agregat bergradasi senjang.

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

### 3. *Fleksibility* (Kelenturan)

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

### 4. *Skid Resistance* (Kekesatan)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu 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 berbentuk kubus.

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

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang 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. *Impermeability* (Kedap Air)**

Kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

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

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh gradasi agregat. Agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.

## **G. Sifat Volumetrik Campuran Aspal Beton**

Kinerja aspal beton sangat ditentukan oleh volumetrik campuran aspal beton padat yang terdiri dari:

### 1. Berat Jenis *Bulk* Agregat

Berat jenis *bulk* adalah perbandingan antara berat bahan di udara (termasuk rongga yang cukup kedap dan yang menyerap air) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula.

Karena agregat total terdiri dari atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda maka berat jenis *bulk* ( $G_{sb}$ ) agregat total dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$G_{sb}$  = Berat jenis *bulk* total agregat.

$P_1, P_2 \dots P_n$  = Persentase masing-masing fraksi agregat.

$G_1, G_2 \dots G_n$  = Berat jenis *bulk* masing-masing fraksi agregat.

### 2. Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis efektif adalah perbandingan antara berat bahan di udara (tidak termasuk rongga yang menyerap aspal) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air destilasi dengan volume yang sama dan suhu tertentu pula, yang dirumuskan :

$$G_{sb} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

$G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat.

$P_{mm}$  = Persentase berat total campuran (=100).

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol).

$P_b$  = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum.

$G_b$  = Berat jenis aspal.

### 3. Berat Jenis Maksimum Campuran

Berat jenis maksimum campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung dengan menggunakan berat jenis efektif ( $G_{se}$ ) rata-rata sebagai berikut:

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol).

$P_{mm}$  = Persentase berat total campuran (=100).

$P_b$  = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum.

$P_s$  = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran.

$G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat.

$G_b$  = Berat jenis aspal.

### 4. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total tidak terhadap campuran yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \times G_b \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$P_{ba}$  = Penyerapan aspal, persen total agregat.

$G_{sb}$  = Berat jenis *bulk* agregat.

$G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat.

$G_b$  = Berat jenis aspal.

#### 5. Kadar Aspal Efektif

Kadar efektif campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya menentukan kinerja perkerasan aspal. Kadar aspal efektif ini dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{be} = P_b \times \frac{ba}{100} \times P_s \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$P_{be}$  = Kadar aspal efektif, persen total agregat.

$P_b$  = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran.

$P_{ba}$  = Penyerapan aspal, persen total agregat.

$P_s$  = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran.

#### 6. Rongga di antara Mineral Agregat (*Void In The Mineral Aggregate*, VMA)

Rongga diantara mineral agregat (VMA) adalah ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA

dihitung berdasarkan Berat Jenis *Bulk* Agregat dan dinyatakan sebagai persen volume *bulk* campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan VMA terhadap campuran total dengan persamaan:

a. Terhadap Berat Campuran Total

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$VMA$  = Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk*.

$G_{sb}$  = Berat jenis *bulk* agregat.

$G_{mb}$  = Berat jenis *bulk* campuran padat.

$P_s$  = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran.

b. Terhadap Berat Agregat Total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100 + P_b)} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

$VMA$  = Rongga di antara mineral agregat, persen volume *bulk*.

$G_{sb}$  = Berat jenis *bulk* agregat.

$G_{mb}$  = Berat jenis *bulk* campuran padat.

$P_b$  = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran.

### 7. Rongga Udara Dalam Campuran ( *Void in Mix*, VIM )

Rongga udara dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan rumus:

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

VIM = Rongga udara campuran, persen total campuran.

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran agregat rongga udara 0 (No1).

$G_{mb}$  = Berat jenis *bulk* campuran padat.

### 8. Rongga Terisi Aspal ( *Void Filled With Asphalt*, VFA )

Rongga terisi aspal adalah persen rongga yang terdapat di antara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Untuk mendapatkan rongga terisi aspal (VFA) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{G_{mm}} \dots\dots\dots(9)$$

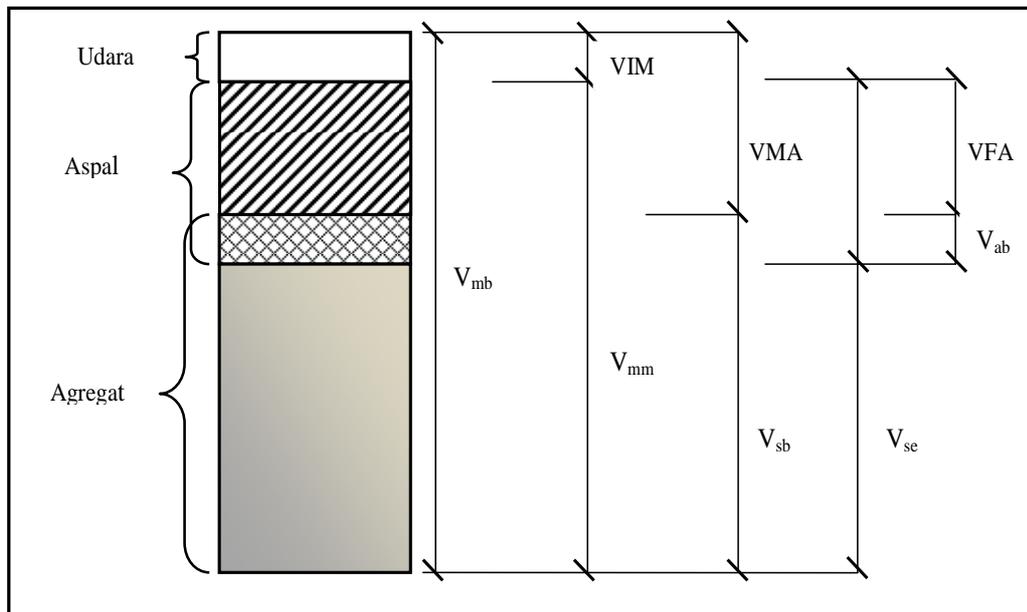
Keterangan:

VFA = Rongga terisi aspal.

VMA = Rongga di antara mineral agregat, persen volume *bulk*.

VIM = Rongga udara campuran, persen total campuran.

Secara skematis berbagai volume yang terdapat di dalam campuran beton aspal padat dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.5. Volumetrik Campuran Aspal Panas

Keterangan:

$V_{mb}$  = Volume *bulk* dari campuran beton aspal padat.

$V_{sb}$  = Volume agregat, adalah volume *bulk* dari agregat (volume bagian *massif* + pori yang ada di dalam masing-masing butir agregat).

$V_{se}$  = Volume agregat, adalah volume aktif dari agregat (volume bagian *massif* + pori yang tidak terisi aspal di dalam masing-masing butir agregat).

$VMA$  = Volume pori diantara butir agregat didalam beton aspal padat.

$V_{mm}$  = Volume tanpa pori dari beton aspal padat.

$V_a$  = Volume aspal dalam beton aspal padat.

- VIM = Volume pori dalam beton aspal padat
- VFA = Volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal.
- $V_{ab}$  = Volume aspal yang terabsorpsi kedalam agregat dari beton aspal padat.

#### H. Uji *Marshall*

Konsep uji *Marshall* dalam campuran aspal dikembangkan oleh *Bruce Marshall*, seorang insinyur bahan aspal bersama-sama dengan *The Mississippi State Highway Department*. Kemudian *The U.S. Army Corp of Engineers*, melanjutkan penelitian dengan intensif dan mempelajari hal-hal yang ada kaitannya, selanjutnya meningkatkan dan menambah kelengkapan pada prosedur pengujian *Marshall* dan pada akhirnya mengembangkan kriteria rancangan campuran pengujiannya, kemudian distandarisasikan di dalam *American Society for Testing and Material* 1989 (ASTM d-1559).

Pada percobaan ini menggunakan benda uji standar berupa sebuah cetakan yang berdiameter 101,6 mm dan tinggi 63,5 mm. Benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat *Marshall (Marshall Compaction Hummer)* dengan berat 4,536 kg (10 pound), dan tinggi jatuh 457 mm (18 inci). Hasil uji akan menunjukkan karakteristik *Marshall* dan karakteristik akan dipengaruhi oleh sifat-sifat campuran yaitu: kepadatan, rongga diantara agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak, stabilitas, kelelahan serta hasil bagi *Marshall/Marshall*

*Quotient* (MQ) yaitu merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelahan dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

MQ = *Marshall Quotient, (kg/mm)*

MS = *Marshall Stability (kg)*

MF = *Flow Marshall, (mm)*

## I. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penggunaan Asbuton sebagai bahan lapis perkerasan beraspal telah dilakukan para peneliti terdahulu dan dapat dijadikan acuan atau literatur untuk penelitian ini diantaranya:

1. Wimpy Santosa dan Tri Basuki (2003) menyatakan bahwa salah satu karakteristik utama dari aspal adalah kepekaannya terhadap perubahan temperatur. Kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur merupakan suatu nilai yang menunjukkan perubahan konsistensi aspal terhadap perubahan temperatur. Mereka melakukan penelitian untuk menentukan pengaruh *Retona* terhadap sifat-sifat aspal keras dan terhadap karakteristik beton aspal campuran panas. Untuk menggambarkan kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, digunakan dua metode yaitu VTS dan PI. Kadar *Retona* yang digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, 15%. Nilai viskositas sampel diukur dengan menggunakan alat *viscometer Brookfield dial*. Dari

penelitian diperoleh hasil bahwa penggunaan *Retona* sebagai bahan tambah dapat mengurangi kepekaan aspal terhadap temperatur, yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai PI aspal. Penambahan *Retona* 10% memberikan hasil yang optimum. Campuran beton aspal yang menggunakan *Retona* memiliki stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menggunakan *Retona*.

2. Dedi Mustakim (2005) dalam penelitiannya membandingkan antara campuran beraspal yang menggunakan *Retona* 10% dengan yang tidak menggunakan *Retona* (*non Retona*). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan *Retona* terhadap aspal Pen 60 dapat meningkatkan titik lembek ( $66,25^{\circ}$ ) dan mengurangi nilai Penetrasi (55 mm). hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan *Retona* lebih tahan terhadap temperatur tinggi selain itu campuran dengan penambahan *Retona* memberikan nilai stabilitas statis dan dinamis yang lebih besar dibandingkan dengan campuran tanpa *Retona*.
3. Fredy Jhon Philip S (2008) Dalam tesisnya yang berjudul “Kinerja Laboratorium Dari Campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) menggunakan *Retona Blend 55* Dengan Modifikasi Filler”. Filler yang digunakan adalah *fly ash* dan semen *Portland* (PC). Dari hasil pengujian diperoleh bahwa pengujian pengujia *Retona Blend 55* memberikan hasil yang berbeda terhadap pengujian aspal Pen 60/70, dimana nilai penetrasi lebih rendah (40,6 dmm terhadap 67,7 dmm), viscositas lebih tinggi (1650 c terhadap 1550 c pada 170 cst), titik lembek lebih tinggi ( $55^{\circ}\text{C}$  terhadap

50°C) hal ini menunjukkan *Retona Blend 55* lebih keras dibandingkan dengan aspal Pen 60/70. Secara umum dapat disimpulkan bahwa penggunaan aspal *Retona Blend 55* dalam campuran AC - WC dapat mengatasi kekurangan aspal Pen 60/70 pada penggunaannya di perkerasan jalan yaitu kemampuan mengatasi temperatur yang tinggi, beban berat dan volume lalu lintas yang tinggi.

4. Furqon Affandi (2009) melakukan penelitian untuk mendapatkan sifat-sifat teknis campuran beraspal panas dengan bahan tambah Asbuton butir tipe 5/20, dan dibandingkan dengan kinerja parameter yang sama dari campuran beraspal panas yang sepenuhnya menggunakan aspal Pen 60. Dari hasil penelitiannya campuran beraspal panas dengan Asbuton butir ini, mempunyai *stiffness* dan ketahanan deformasi yang lebih tinggi, tetapi mempunyai ketahanan terhadap kohesi dan *stripping* yang lebih rendah, lebih rapuh (*brittle*), umur kelelahan (*fatigue*) yang lebih pendek, dan sifat ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*) akibat peningkatan tegangan lebih sensitif, dibandingkan aspal dengan campuran yang menggunakan aspal minyak Pen 60.
5. Furqon Affandi (2011) dalam penelitiannya menguraikan pengaruh kandungan mineral Asbuton dari hasil ekstraksi baik Asbuton semi ekstraksi ataupun Asbuton murni, dilihat dari sifat aspal dan campuran beraspalnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Asbuton semi ekstraksi memberikan kinerja campuran beraspal yang setara dibandingkan dengan campuran beraspal menggunakan Asbuton murni, seperti sifat *volumetric*

maupun kekuatannya berdasarkan pengujian *Marshall*. Keuntungan dari pengolahan Asbuton semi ekstraksi ialah mineral yang ada dalam Asbuton bisa dimanfaatkan sebagai *filler* dalam campuran beraspal.