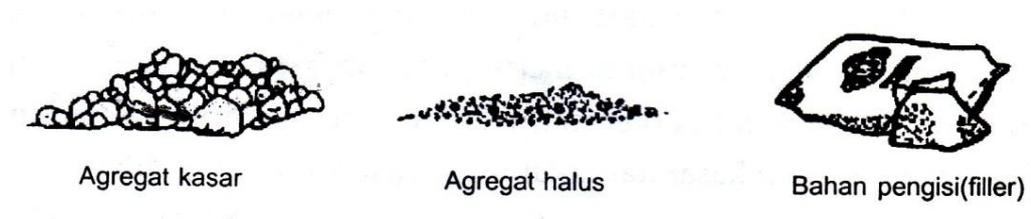


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Di Indonesia, campuran beraspal panas untuk perkerasan lentur di rancang menggunakan metode Marshall. Perencanaan campuran yang dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode Bina marga, yang merupakan adaptasi langsung dari campuran metode *Asphalt Institute* untuk penggunaan di Indonesia, yang mencakup perencanaan campuran panas dengan gradasi agregat menerus yang disebut sebagai Lapisan Aspal Beton (LASTON). Pada penelitian ini, peneliti mengambil pokok pembahasan mengenai *AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course)* yang merupakan lapis aus lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang diisyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm.

### 2.2 Agregat



Gambar 2.1 Agregat

(Sumber : Silvia Sukirman, 2007)

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan. Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan perkerasan jalan, yaitu 90% sampai dengan 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% sampai dengan 85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Agregat merupakan bagian terbesar dari campuran aspal. Material agregat yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan yang berfungsi untuk menahan beban lalu lintas. Agregat dari bahan batuan pada umumnya masih diolah lagi dengan mesin pemecah batu (*Stone Crusher*) sehingga didapatkan ukuran sebagaimana dikhendaki dalam campuran. Agar dapat digunakan sebagai campuran aspal, agregat harus lolos dari berbagai uji yang telah ditetapkan.

### 2.2.1 Klasifikasi Agregat

Klasifikasi agregat dapat dibedakan berdasarkan kelompok terjadinya, pengolahannya, dan ukuran butirnya. Adapun klasifikasi agregat, yakni :

#### a. Agregat menurut asal kejadiannya

##### 1) Agregat Beku (*igneous rock*)

Agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Dibedakan atas batuan beku luar (*extrusive igneous rock*) dan batuan beku dalam (*intrusive igneous rock*). Dibentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi di saat gunung berapi meletus.

##### 2) Agregat Sedimen

Berasal dari campuran partikel mineral, sisa hewan dan tanaman yang mengalami pengendapan dan pembekuan. Pada umumnya merupakan lapisan-lapisan pada kulit bumi, hasil endapan di danau, laut dan sebagainya.

##### 3) Agregat Metaforik

Berasal dari batuan sedimen ataupun batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperatur dari kulit bumi. Berdasarkan strukturnya dapat dibedakan

atas agregat metamorf yang masih seperti marmer, kwarsit, dan agregat metamorf yang berfoliasi, berlapis seperti batu sabak, filit, sekis.

b. Agregat Berdasarkan Proses Pengolahannya

1) Agregat Alam

Agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Bentuk partikel dari agregat alam ditentukan proses pembentukannya.

2) Agregat melalui proses pengolahan

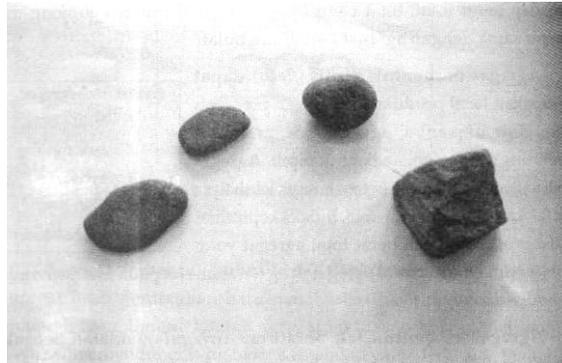
Digunung-gunung atau dibukit-bukit, dan sungai-sungai sering ditemui agregat yang masih berbentuk batu gunung, dan ukuran yang terbesar sehingga diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai agregat konstruksi jalan.

3) Agregat Buatan

Agregat yang merupakan mineral *filler*/pengisi (partikel dengan ukuran  $< 0,075$  mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen atau mesin pemecah batu. Agregat sintesis/buatan ini sebagai hasil modifikasi, baik secara fisik atau kimiawi. Agregat demikian merupakan hasil tambahan pada proses pemurnian biji tambang besi atau yang spesial diproduksi atau diproses dari bahan mentah yang dipakai sebagai agregat. Terak dapur tinggi adalah yang paling umum digunakan sebagai agregat buatan. Terak yang mengapung pada besi cair adalah bukan bahan logam, kemudian ukurannya diperkecil dan didinginkan dengan udara. Pemakaian agregat sintetis untuk pelapisan lantai jembatan, karena agregat sintetis lebih tahan lama dan lebih tahan terhadap geseran dari agregat alam.

c. Agregat berdasarkan ukuran butiran menurut Bina Marga (2002)

1) Agregat Kasar



Gambar 2.2 Agregat Kasar

(Sumber : Silvia Sukirman, 2007)

Frakasi agregat kasar untuk agregat ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan No. 8 (2,36 mm) atau lebih besar saringan No. 4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan lainnya. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran-ukuran normal.

Agregat kasar ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan mempunyai *skid resistance* (tahapapan terhadap selip) yang tinggi sehingga lebih menjamin keamanan berkendara. Agregat kasar mempunyai bentuk butiran (*particle shape*) yang bulat memudahkan proses pemadatan, tetapi rendah stabilitasnya, sedangkan yang berbentuk menyudut (*angular*) sulit dipadatkan tetapi mempunyai stabilitas yang tinggi. Agregat kasar yang mempunyai ketahanan terhadap aabrasi bila digunakan sebagai campuran *wearing course*, untuk itu nilai *Los Angeles Abration Test* harus dipenuhi. Menurut Spesifikasi Umum Divisi 6, agregat kasar dalam campuran harus memenuhi ketentuan yang diberikan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3470:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angles</i>	Campuran AC bergradasi	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua Campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan Agregat terhadap aspal		SNI	Maks. 90%
<i>Angularitas</i> (kedalaman dari permukaan <10 cm)		<i>DotT's Pennsylvania Test Method</i> , PTM No.621	95/90*
<i>Angularitas</i> (kedalaman dari permukaan ≥10 cm)			80/75*
Partikel Piipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi VI, Bina Marga, 2010.

## 2) Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat hasil pemecah batu yang mempunyai sifat lolos saringan No. 8 (2,36 mm) atau agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 4 (4,75 mm). Agregat halus yang digunakan dalam campuran AC dapat menggunakan pasir alam yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran. Fungsi utama agregat halus adalah untuk menyediakan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari perkerasan melalui keadaan saling mengunci (*Interlocking*) dan gesekan antar butiran. Untuk hal ini maka sifat eksternal yang diperlukan adalah *angularity* (bentuk menyudut) dan *particle surface roughness* (kekerasan permukaan butiran).

Dan agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 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 $\geq$ 10 cm)		Min. 40

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi VI, Bina Marga, 2010.

### 2.2.2 Sifat Agregat

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Sifat dan bentuk agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga (Sukirman, 1999).

- 1) Kekuatan dan keawetan (strength and durability).
- 2) Kemampuan dilapisi aspal yang baik,
- 3) Kemampuan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman.

### 2.2.3 Bentuk dan Tekstur Agregat

Bentuk dari agregat dapat berpengaruh terhadap kemampuan kerja (workability) dari pada pemadatan juga campuran lapis perkerasan dan jenis perkerasan. Bentuk partikel juga mempengaruhi kekuatan dari suatu lapis perkerasan selama masa layanan.

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Partikel agregat dapat berbentuk :

a. Bulat (rounded)

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

b. Lonjong (elongated)

Partikel agregat berbentuk lonjong dapat ditemui di sungai-sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya  $> 1.8$  kali diameter rata-rata. Sifat interlocking nya hampir sama dengan yang berbentuk bulat.

c. Kubus (cubical)

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas sehingga memberikan interlocking / sifat saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

d. Pipih (flacky)

Partikel agregat berbentuk pipih juga merupakan hasil dari mesin pemecah batu ataupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang lebih tipis dari 0.6 kali diameter rata-rata. Agregat berbentuk pipih mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan, ataupun akibat beban lalu lintas.

e. Tak beraturan (irregular)

Partikel agregat yang tidak beraturan, tidak mengikuti salah satu yang disebutkan diatas.

Tekstur permukaan berpengaruh pada ikatan antara batu dengan aspal. Tekstur permukaan agregat biasanya terdiri atas :

- a. Kasar sekali (very rough)
- b. Kasar (rough)
- c. Halus
- d. Halus dan licin (polished)

Permukaan agregat yang halus memang mudah dibungkus dengan aspal, tetapi sulit untuk mempertahankan agar film aspal itu tetap melekat. Karena makin kasar bentuk permukaan makin tinggi sifat stabilitas dan keawetan suatu campuran aspal dan agregat. Untuk mendapatkan nilai stabilitas dari campuran lapis aspal beton (LASTON) dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat dan tahan terhadap suatu reaksi perpindahan dipakai agregat berbentuk kubus dengan tekstur permukaan yang kasar (bidang kontak lebih besar), karena semakin kasar surface tekstur agregat maka konstruksi lebih stabil dibandingkan dengan permukaan halus.

#### **2.2.4 Kebersihan Permukaan (*Cleanliness*)**

Kebersihan permukaan dari bahan-bahan yang tidak dikehendaki seperti sisa tumbuhan , lumpur, partikel lempung dan lain lain sangat penting karena bahan-bahan tersebut dapat memberikan efek yang sangat merugikan pada kinerja lapis perkerasan, seperti mengurangi daya lekat aspal pada batuan. Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir-butir halus yang lolos saringan No. 200. Agregat yang banyak mengandung material yang lolos saringan No. 200 jika dipergunakan sebagai bahan campuran beton aspal akan menghasilkan beton aspal berkualitas rendah. Hal ini disebabkan material halus membungkus agregat yang lebih kasar, sehingga ikatan antara agregat dan bahan pengikatnya, yaitu aspal akan berkurang, dan berakibat mudah lepasnya ikatan antara aspal dan agregat. Pemeriksaan kebersihan agregat dilakukan melalui pengujian seperti pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Jenis Pengujian Kebersihan Agregat

No.	Jenis Pengujian	SNI	AASHTO
1.	Pengujian bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200	SNI-M-02-1994-03	T 11-90
2.	Pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir	Pd M-03-1993-03	T 176-86
3.	Pengujian adanya gumpalan lempung dalam agregat	-	T 112-87

Sumber : *Beton Aspal Campuran Panas, 2007.*

### 2.2.5 Daya Lekat terhadap Aspal

Daya lekat terhadap aspal (affinity of asphalt) dari suatu agregat yaitu kecenderungan agregat untuk menerima atau menolak suatu pelapisan aspal. Dalam kaitannya dengan daya lekat terhadap aspal, agregat terbagi menjadi dua yaitu agregat yang menyukai air (hidrophilic) dan agregat yang menolak air (hidrophobic). Agregat hidrophilic apabila dilapisi aspal akan mudah mengelupas, sedangkan agregat hidrophobic daya lekatnya terhadap aspal tinggi sehingga tidak mudah mengelupas bila dilapisi aspal. Jadi pemakaian untuk lapis aspal beton sebaiknya menggunakan agregat hidrophobic agar aspal dapat melekat baik. Contoh dari agregat hidrophobic adalah batu kapur, sedang contoh hidrophilic adalah granit dan batuan yang mengandung silika.

### 2.2.6 Porositas Agregat

Porositas suatu agregat mempengaruhi nilai ekonomi suatu campuran (agregat dengan aspal), karena makin tinggi porositas makin banyak aspal yang terserap sehingga kebutuhan aspal makin besar.

### 2.2.7 Gradasi Agregat

Gradasi agregat merupakan campuran dari berbagai diameter butiran agregat yang membentuk susunan campuran tertentu. Gradasi agregat ini diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan

(dengan ukuran saringan 19.1 mm; 12.7 mm; 9.52 mm; 4.76 mm; 2.38 mm; 1.18 mm; 0.59 mm; 0.279 mm; 0.149 mm; 0.074 mm), dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah. Satu set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup. Untuk menunjukkan klasifikasi agregat yang disebut gradasi (grading) umumnya digunakan suatu grafik. Absis menunjukkan ukuran butiran (dalam skala logaritma) dan ordinat menunjukkan prosentase dari berat yang melalui nomor saringan tertentu.

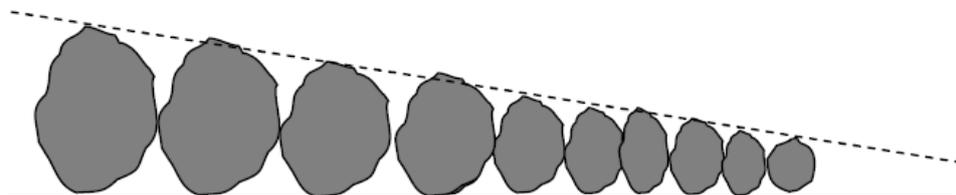
Tabel 2.4 Spesifikasi Gradasi Agregat Laston

Ukuran Saringan		Lolos Saringan (%)	Nilai Tengah (%)
3/4"	19,1	100	100
1/2"	12,7	80-100	90
3/8"	9,5	60-80	70
#4	4,76	48-65	56,5
#8	2,38	35-50	42,5
#30	0,59	18-29	23,5
#50	0,279	13-23	18
#100	0,149	8-16	12
#200	0,074	1-10	5,5

Sumber : Silvia Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, 2007.

Susunan butiran agregat atau yang disebut dengan gradasi agregat dikelompokkan menjadi :

a. Agregat Bergradasi Baik



Gambar 2.3 Gradasi Baik

Agregat bergradasi baik adalah agregat yang ukuran butirnya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butir. Agregat bergradasi baik disebut juga agregat bergradasi rapat. Campuran agregat bergradasi baik mempunyai pori sedikit, mudah dipadatkan, dan mempunyai stabilitas

tinggi. Tingkat stabilitas ditentukan dari ukuran butir agregat terbesar yang ada. Berdasarkan ukuran butir agregat yang dominan menyusun campuran agregat, maka agregat bergradasi baik dapat dibedakan atas :

- 1) Agregat bergradasi kasar adalah agregat ergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran terus menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran agregat kasar.
- 2) Agregat bergradasi halus adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran agregat halus. Agregat bergradasi baik atau buruk dapat diperiksa dengan menggunakan rumus *Fuller*.

Perencanaan campuran dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar adalah gradasi agregat campuran yang harus memenuhi lengkung *Fuller*. Agregat dinamakan bergradasi baik bila persen yang lolos setiap lapis dari sebuah gradasi memenuhi Rumus Fuller dibawah ini :

$$P = 100(d / D)^{0.45} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P = persen lolos saringan dengan bukaan d mm

d = ukuran agregat yang sedang diperhitungkan

D = ukuran maksimum partikel dalam gradasi tersebut

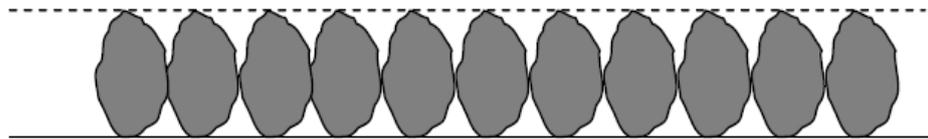
#### b. Agregat Bergradasi Buruk

Agregat bergradasi buruk tidak memenuhi persyaratan gradasi baik. Terdapat berbagai macam gradasi agregat yang dapat dikelompokkan ke dalam agregat bergradasi buruk, seperti :

- 1) Gradasi menerus (*uniform graded*)

Gradasi menerus atau seragam 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

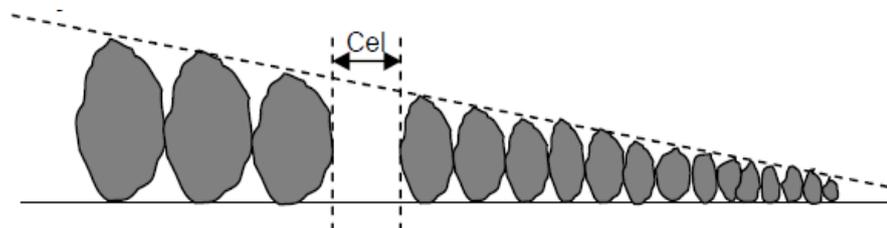
menerus akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.



Gambar 2.4 Gradasi Seragam

## 2) Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi gradasi menerus dan gradasi rapat. Agregat bergradasi menerus umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi timpang, campuran merupakan agregat dengan satu fraksi hilang atau satu fraksi sedikit sekali. Agregat dengan gradasi timpang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua pengaruh jenis gradasi rapat dan gradasi menerus.



Gambar 2.5 Gradasi Senjang

Gradasi agregat pada dasarnya sangat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan memberikan kemudahan selama proses pelaksanaan. Gradasi agregat merupakan kondisi agregat yang dapat dibentuk untuk mencapai persyaratan yang diinginkan. Untuk gradasi menerus masuk kedalam kategori agregat bergradasi baik, sedangkan gradasi seragam dan senjang masuk dalam kategori agregat bergradasi buruk. Efek pengaruh gradasi terhadap karakteristik campuran dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Pengaruh Gradasi terhadap Karakteristik Campuran

Karakteristik	Agregat bergradasi buruk	Agregat bergradasi baik
Stabilitas	buruk	baik
Permeabilitas	baik	buruk
Density	buruk	baik
VITM	besar	kecil

Sumber : Silvia Sukirman, *Beton aspal campuran panas*, 2007.

Kombinasi gradasi agregat campuran dinyatakan dalam persen berat agregat. Titik-titik kontrol berfungsi sebagai batas rentang dimana suatu target gradasi harus lewat titik-titik tersebut diletakkan di ukuran maksimum nominal dan dipertengahan saringan (2,36 mm) dan ukuran saringan terkecil (0,075 mm). Gradasi agregat dalam tabel 2.5 diambil dari spesifikasi agregat gabungan untuk campuran aspal yang ditetapkan oleh Bina Marga, berikut ini adalah tabelnya :

Tabel 2.6 Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran												
Ukuran Ayakan (mm)	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)					
			Gradasi Senjang		Gradasi Semi Senjang		Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	Base	WC	BC	Base	WC	BC	Base
37,5									100			100
25									90-100		100	90-100
19	100	100	100	100	100	100	100	90-100	73-90	100	90-100	73-90
12,5			90-100	90-100	87-100	90-100	90-100	74-90	61-79	100	71-90	55-76
9,5	90-100		75-85	65-90	55-88	55-70	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	28-55
2,36		75-100	50-72	35-55	50-62	32-44	39,1-53	34,6-49	20,8-37	28-39,1	23-34,6	19-35,8
1,18							31,6-40	28,3-38	24,1-28	19-25,6	15-22,3	12-18,1
0,6			35-60	15-35	20-45	20-45	23,1-30	20,7-28	17,6-22	13-19,1	10-16,7	7-13,6
0,3					15-35	15-35	15,5-22	13,7-28	11,4-16	9-15,5	7-13,7	5-11,4
0,15							9-15	4-13	4-10	6-13	5-11	2,5-9
0,075	10-15	8-13	6-10	2-9	6-10	4-8	4-10	4-8	3-6	4-10	4-8	3-7

Sumber : Spesifikasi umum Divisi VI, Bina Marga, 2010.

Gradasi agregat gabungan baik yang dilaksanakan di laboratorium maupun di *Cold Feed Bin* di AMP untuk gradasi agregat gabungan di

laboratorium harus dilaksanakan berdasarkan hasil analisis saringan untuk itu ditentukan berat ukuran agregat dengan persentase yang telah ditetapkan terlebih dahulu dengan target gradasi campuran AC-WC, target gradasi ditentukan terlebih dahulu.

### 2.3 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat atau yang diperoleh dari hasil pemurnian minyak bumi, atau yang merupakan kombinasi dari bitumen-bitumen tersebut, satu dan yang lainnya atau dengan minyak bumi atau turunan turunan dari padanya (Standard ASTM D-8).



Gambar 2.6 Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur – unsur asphathenes, resins dan oli. Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing – masing agregat. ( Kerbs and Walker, 1971).

Bitumen adalah suatu campuran hidrokarbon dari alam atau yang terjadi karena proses pemanasan bumi, atau kombinasi keduanya, seringkali disertai turunan-turunan non metal yang mungkin bersifat gas, cair, setengah padat atau padat dan larut semua dalam sulfida. Hidrokarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen. Aspal adalah material

yang pada temperatur ruang bersifat thermoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai pada temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan 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.

Fungsi aspal dalam campuran aspal beton, pertama sebagai bahan pelapis dan perekat agregat, kedua sebagai lapis resap pengikat (prime coat) adalah lapis tipis aspal cair yang diletakkan diatas lapis pondasi sebelum lapis berikutnya. Ketiga lapis pengikat (tack coat) adalah lapis aspal cair yang diletakkan diatas jalan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar berfungsi sebagai pengikat diantara keduanya, dan sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar, halus dan filler.

### **2.3.1 Jenis Aspal**

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

#### **a. Aspal Alam**

Aspal ini langsung terdapat di alam, memperolehnya tanpa proses pemasakan. Di Indonesia terdapat dipulau Buton diistilahkan sebagai Asbuton (Aspal Batu Buton). Aspal ini merupakan campuran antara bitumen dan mineral dari ukuran debu sampai ukuran pasir yang sebagian besar merupakan mineral kapur. Sifat mekanis Asbuton menunjukkan pada temperatur <30 °C rapuh dipukul pecah dan pada tempertur 30°C - 60°C menjadi plastis apabila dipukul akan menjadi lempeng (pipih) selanjutnya pada temperatur 100 °C -150 °C akan menjadi cair (Departemen P.U.,1980).

## b. Aspal Buatan

Aspal buatan dihasilkan dari hasil terakhir penyaringan minyak tanah kasar (*crude oil*), sehingga merupakan bagian terberat dari minyak tanah kasar dan terkental. Oleh karena itu untuk memperoleh aspal dengan mutu baik dipilih bahan baku minyak bumi dengan kadar parafin rendah. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *Asphaltic base crude oil*. Jika dilihat bentuknya pada temperatur ruang, maka aspal dibedakan atas aspal padat, aspal cair dan aspal emulsi.

### 1) Aspal Padat/*Cement* (AC)

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*). Oleh karena itu semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat. Semen aspal pada temperatur ruang ( $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ C) berbentuk padat.

Semen aspal terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai viskositasnya. Di Indonesia, semen aspal biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu :

- a) AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40/50
- b) AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60/70
- c) AC pen 85/100, yaitu AC dengan penetrasi antara 85/100
- d) AC pen 120/150, yaitu AC dengan penetrasi antara 120/150
- e) AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200/300

Semen aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan semen aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan semen aspal dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

Penelitian ini menggunakan aspal pertamina penetrasi 60/70 yang merupakan aspal minyak karena tingkat penetrasi ini dianggap cocok

dengan iklim di Indonesia, hal ini dikarenakan di Indonesia merupakan daerah dengan iklim tropis dimana memiliki suhu yang lebih besar dari 24 °C.

## 2) Aspal Cair (*Cut back asphalt*)

Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, dan solar. Dengan demikian *cut back asphalt* berbentuk cair dalam temperatur ruang. Berdasarkan bahan pencairnya dan kemudahan menguap bahan pelarutnya, aspal cair dibedakan atas :

- a) *Rapid curing cut back* (RC) , yaitu aspal cair dengan bahan pencair bensin. RC merupakan aspal cair yang paling cepat menguap.
- b) *Medium curing cut back* (MC) , yaitu aspal cair dengan bahan pencair minyak tanah (*kerosene*).
- c) *Slow curing cut back* (SC) , yaitu aspal cair dengan bahan pencair solar (minyal diesel). SC merupakan aspal cair yang paling lambat menguap.

## 3) Aspal Emulsi (*Emulsified Asphalt*)

Aspal Emulsi (*Emulsified Asphalt*) adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampuran. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling tarik menarik membentuk butir-butir yang lebih besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

Berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya, aspal emulsi dibedakan atas :

- a) Aspal Kationik disebut juga aspal emulsi asam, merupakan aspal emulsi yang butiran aspalnya bermuatan arus listrik positif.
- b) Aspal Anionik disebut juga aspal emulsi alkali, merupakan aspal emulsi yang butiran aspalnya bermuatan negatif.
- c) Nanionik merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi, berarti tidak mengantarkan listrik.

Berdasarkan kecepatan mengerasnya, aspal emulsi dapat dibedakan atas :

- a) *Rapid setting* (RS) , yaitu aspal yang sedikit mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi lebih cepat, dan aspal cepat menjadi padat atau keras kembali.
- b) *Medium setting* (MS)
- c) *Slow setting* (SS)

### 2.3.2 Sifat Aspal

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat , memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Berdasar uraian tersebut diatas berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi serta sifat elastis yang baik.

Sifat-sifat yang dimiliki aspal antara lain (Sukirman, 1999) :

- a. Daya tahan aspal (durability)

Daya tahan aspal disandarkan pada daya tahan lama terhadap perubahan sifatnya apabila mengalami “proccesing” dan juga pengaruh cuaca. Semuanya ini berpengaruh terutama atas daya tahannya terhadap pengerasan sesuai dengan jalannya waktu. Faktor-faktor yang menyebabkan pengerasan ini yang sesuai dengan jalannya waktu antara lain :

- 1) Oksidasi

Adalah reaksi oksigen dengan aspal, proses ini tergantung dari sifat aspal dan temperaturnya. Oksidasi akan memberikan suatu lapisan film yang keras pada aspal itu.

## 2) Penguapan

Penguapan adalah evaporasi dari bagian-bagian yang lebih ringan dari aspal, karena aspal merupakan campuran persenyawaan hidrokarbon yang kompleks dan mempunyai perbedaan berat molekul yang besar.

## 3) Polimerisasi

Ialah penggabungan dari molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang lebih besar. Aspal adalah penggabungan molekul-molekul hidrokarbon dengan berat molekul besar. Polimerisasi sangat merugikan karena menyebabkan aspal lebih getas sehingga perkerasan jalan mudah retak-retak.

## 4) Thixotrophy

Thixotrophy adalah perubahan dari viskositas sesuai dengan jalannya waktu.

## 5) Pemisahan

Pemisahan adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan pemindahan bagian-bagian minyak ( oil ) atau resin atau alphaltene dari aspal sebagai akibat dari penyerapan ( absorption ) yang selektif dari batuan dimana dapat diletakkan dan peristiwa ini mengakibatkan kerasnya dan kadang juga menjadi lunaknya aspal tadi.

## 6) Syneresis

Syneresis adalah reaksi penyebaran yang terjadi di aspal karena pembentukan atau penyusunan struktur didalam aspal itu. Cairan minyak yang tipis yang berisi bagian yang sedang atau yang lebih berat disebarkan pada permukaan.

### b. Adhesi dan kohesi

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

c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Aspal yang cair dapat masuk ke pori – pori agregat pada penyemprotan / penyiraman lapis perkerasan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mulai mengeras dan mengikat aspal pada tempatnya.

d. Pengaruh pengerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran, dipanaskan, dan dicampur dengan agregat. Agregat dapat dilapisi dengan penyemprotan / penyiraman aspal panas ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses pelaburan. Terjadi proses oksidasi selama proses pelaksanaan, menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi pula oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkatkerapuhan yang terjadi. (Silvia Sukirman, 1999).

### 2.3.3 Pengujian bahan Aspal

Pemeriksaan bahan aspal atau bitumen bermaksud untuk menentukan nilai di bawah ini :

- a. Penetrasi Bahan – Bahan Bitumen (penetration), kedalaman (0.1 mm) suatu jarum masuk ke dalam aspal pada suhu yang dibebani 100 gr selama 5 detik.
- b. Titik Lembek Aspal dan Ter (softening point), suhu pada saat aspal menjadi lembek karena pembebanan tertentu dengan kecepatan pemanasan 5°C/ menit.
- c. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar, titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik dipermukaan aspal. Titik bakar

adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang kurangnya 5 detik pada suatu titik dipermukaan aspal.

- d. Pemeriksaan Daktilitas (ductility), panjang benang aspal dapat ditarik hingga putus didalam larutan air dan gliserin pada suhu 25°C dan kecepatan tarik 5cm/menit.
- e. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Keras (specific gravity), perbandingan berat aspal dengan isi tertentu terhadap berat air dengan isi yang sama pada suhu tertentu.
- f. Viskositas.

Jenis pengujian dan persyaratan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Pengujian dan Persyaratan untuk Aspal Penetrasi 60/70

No.	Pengujian	Metoda	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	60	70	0,1mm
2.	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	≥ 48	-	°C
3.	Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	≥ 232	-	°C
4.	Kelarutan CCl <sub>4</sub>	ASTM-D2042	≥ 99	-	% Berat
5.	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	SNI 06-2432-1991	≥ 100	-	Cm
6.	Pen setelah kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	54	-	% asli
7.	Daktalitas setelah kehilangan berat	SNI 06-2432-1991	100	-	Cm
8.	Berat Jenis	SNI 06-2488-1991	≥ 1	-	gr/cm <sup>3</sup>
9.	Viskositas 135°C	SNI 06-2434-2000	385	-	cSt
10.	Stabilitas Penyimpanan	ASTM D 5976 part 6.1	-	-	°C
11.	Indeks Penetrasi	-	≥ -1	-	-

Sumber : Spesifikasi Uum Divisi VI, Bina Marga, 2010.

#### 2.4 Bahan Pengisi (*Filler*)

Filler adalah bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. Filler didefinisikan sebagai fraksi

debu mineral lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa kapur, debu batu, atau bahan lain, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%). Dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah abu vulkanik sebagai komparasinya seperti yang dijelaskan di bawah ini.

#### **2.4.1 Abu Vulkanik**

Abu vulkanik terbentuk selama terjadinya letusan gunung berapi, letusan ini terjadi ketika gas gas yang dilarutkan dalam batuan memperbesar tekanannya dan naik keatas sehingga bercampur dengan udara, selain itu ketika air yang ada didalam perut gunung dipanaskan dengan suhu tinggi akan menghasilkan tekanan yang besar dan dapat menghancurkan batuan padat gas yang bercampur dengan udara kemudian membeku dan membentuk batu vulkanik dan kaca, apabila tertiuip oleh angin maka partikel ini akan berpindah hingga ribuan kilometer. Potongan batuan vulkanik dan kaca memiliki ukuran sangat kecil, abu vulkanik berbeda dengan abu yang dihasilkan pada proses pembakaran kayu atau kertas karena abu vulkanik tidak larut dalam air dan bentuknya kasar, selain itu abu vulkanik dapat menimbulkan korosif pada bahan dan dapat mengalirkan listrik apabila dalam kondisi basah. Ukuran butir butir dari abu vulkanik yang berasal dari letusan gunung berapi sangan bervariasi dan berbeda beda. Batu yang berasal dari letusan gunung merapi akan jatuh ketanah dengan jarak yang dekat dengan sumber letusan namun untuk partikel partikel yang ukuranya kecil akan tertiuip oleh angin karena ukuranya sangat kecil dan ringan ukuran partikel partikel tersebut sebesar 2 mm atau 0,001 milimeter (1 / 25, 000 inci) bahkan lebih kecil lagi dan akan terbawa oleh angin dengan jarak beberapa kilo meter dari sumber letusan.

Abu yang dikeluarkan Gunung Merapi bisa berdampak serius bagi kesehatan yang menghirupnya. Abu adalah partikel halus batuan vulkanik yang kelaur dari erupsi gunung. Diameternya kurang dari 2 mikrometer. Abu vulkanik yang baru saja jatuh memiliki kandungan lapisan asam yang dapat

menyebabkan iritasi pada paru-paru dan mata. Selain berdampak pada kesehatan, abu vulkanik juga menimbulkan dampak seperti pada lingkungan.

Tetapi abu vulkanik sisa erupsi tak hanya meninggalkan persoalan, Abu vulkanik itu nyatanya juga memiliki dampak positif dan manfaat pada sisi lain. Contohnya sebagai pupuk untuk mendukung pembibitan. Abu vulkanik besar manfaatnya bagi kesuburan karena unsur mineral yang terkandung dalam abu vulkanik mampu mempercepat proses pertumbuhan tanaman. Bukan hanya bermanfaat sebagai pupuk tanaman, tapi ia juga bisa memperbaiki sifat fisika tanah dan mempunyai kemampuan mengikat air, abu vulkanik diyakini mampu menjadi campuran semen. Hal itu lantaran tingginya kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan aluminium yang identik dengan bahan adonan semen dan campuran semen berbahan abu tergolong berkualitas kelas satu.

Jenis-jenis mineral hadir dalam abu vulkanik tergantung pada kimia magma dari mana itu meletus. Dengan mempertimbangkan bahwa unsur yang paling berlimpah ditemukan dalam magma adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan oksigen, berbagai jenis magma yang dihasilkan selama letusan gunung berapi yang paling sering dijelaskan dengan parameter kandungan silikanya. Letusan basal energi rendah (basal : batuan beku berwarna gelap, berbutir halus, yg umumnya merupakan pembekuan lava dr gunung api) menghasilkan abu berwarna gelap khas yang mengandung 45-55% silika yang umumnya kaya akan zat besi (Fe) dan magnesium (Mg). Letusan riolit paling eksplosif menghasilkan abu felsic yang tinggi silika (>69 %), sedangkan jenis lain abu dengan komposisi menengah (misalnya, andesit atau dasit) memiliki kandungan silika antara 55-69 % .

Gas-gas utama dilepaskan selama aktivitas gunung berapi adalah air, karbon dioksida, sulfur dioksida, hidrogen, hidrogen sulfida, karbon monoksida dan hidrogen klorida. Sulfur, gas halogen dan logam ini dikeluarkan dari atmosfer oleh proses reaksi kimia, deposisi kering dan basah, dan oleh adsorpsi ke permukaan abu vulkanik. Telah lama diakui bahwa berbagai sulfat dan halida (terutama klorida dan

fluoride) senyawa yang mudah dimobilisasi dari abu vulkanik . Hal ini dianggap paling mungkin bahwa garam-garam ini terbentuk sebagai konsekuensinya reaksi dari asam dan abu letusan, yang diduga memasok kation yang terlibat dalam pengendapan garam sulfat dan halida.

Tabel 2.8 Komposisi Abu Vulkanik Akibat Erupsi Gunung Kelud

	1	2	3	4	5
<b>SiO<sub>2</sub></b>	55.19	56.15	56.06	55.24	55.05
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.58	0.57	0.58	0.62	0.62
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	18.2	18.28	18.48	18.7	18.5
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	7.51	6.46	8.23	8.71	8.84
<b>MnO</b>	0.17	0.16	0.2	0.2	0.21
<b>MgO</b>	3.85	3.43	3.94	3.5	3.74
<b>CaO</b>	8.86	8.48	9.15	9.09	9.2
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	2.42	2.39	3.3	3.11	3.05
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.57	0.59	0.53	0.83	0.79
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.08	0.07	0.08	-	-
<b>L. I.</b>	1.73	2.7	0.16	0.08	0.26
<b>Total</b>	99.15	99.28	100.71	100	100
<b>Nb</b>	<4	<4	<4		
<b>Rb</b>	14	16	14		
<b>Sr</b>	511	485	537	577	570
<b>Y</b>	19	15	17		
<b>Zr</b>	63	64	47		
<b>Pb</b>	<6	11	9		
<b>Zn</b>	70	70	58		
<b>Co</b>	32	30	30		
<b>Cr</b>	21	25	17		
<b>V</b>	159	180	135		
<b>Ba</b>	522	572	539	478	479
<b>Ce</b>	36	42	31		

*1 and 2: pre-1990 eruptions, 3 and 4: 1990 pumice and 5: 1990 scoria. 1-3 from Bernard (unpublished), 4-5 from Bourdier et al. (1997).*

Sumber : [http://en.wikipedia.org/wiki/Volcanic\\_ash#Chemical](http://en.wikipedia.org/wiki/Volcanic_ash#Chemical)

Sementara sekitar 55 spesies ion telah dilaporkan terdapat dalam abu. spesies yang paling banyak biasanya ditemukan adalah kation Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> dan anion Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup> dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. rasio molar antara ion

hadir dalam lindi menunjukkan bahwa dalam banyak kasus elemen ini hadir sebagai garam sederhana seperti NaCl dan CaSO<sub>4</sub>. Dalam sebuah percobaan pencucian berurutan pada abu dari letusan 1980 Gunung St. Helens, garam klorida yang ditemukan untuk menjadi yang paling mudah larut, diikuti oleh garam sulfat. senyawa fluorida pada umumnya hanya sedikit larut (misalnya, CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>), dengan pengecualian dari garam fluoride logam alkali dan senyawa seperti kalsium hexafluorosilicate (CaSiF<sub>6</sub>). pH lindi abu sangat bervariasi, tergantung pada adanya kondensat gas asam (terutama sebagai akibat dari gas SO<sub>2</sub>, HCl dan HF pada permukaan abu. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Volcanic\\_ash#Chemical](http://en.wikipedia.org/wiki/Volcanic_ash#Chemical)).

Penggunaan filler dalam campuran aspal beton sangat mempengaruhi karakteristik aspal beton tersebut, efek tersebut dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

#### 1) Efek Penggunaan filler terhadap Karakteristik Campuran

##### a. Filler terhadap viscositas campuran:

- Efek penggunaan berbagai jenis filler terhadap viscositas campuran tidak sama.
- Luas permukaan filler yang semakin besar akan menaikkan viscositas campuran dibandingkan dengan yang berluas permukaan kecil.

##### b. Filler terhadap daktilitas dan penetrasi campuran:

- Kadar filler yang semakin tinggi akan menurunkan daktilitas, hal ini juga terjadi pada berbagai suhu.
- Jenis filler yang akan menaikkan viscositas aspal, akan menaikkan penetrasi aspal.

##### c. Efek suhu dan pemanasan

Jenis dan kadar filler memberikan pengaruh yang berbeda pada berbagai temperatur.

#### 2) Efek penggunaan filler terhadap karakteristik campuran aspal beton

Kadar filler dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penghamparan, dan pemadatan. Selain itu, kadar dan jenis

filler akan berpengaruh terhadap sifat elastik campuran dan sensitifitas terhadap air. Pemberian filler pada campuran lapis perkerasan sebagai agregat mengakibatkan lapis perkerasan mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel filler menempati rongga diantara partikel – partikel besar menjadi berkurang. Secara umum penambahan filler ini bertujuan untuk menambah stabilitas serta kerapatan dari campuran. Bila dicampur dalam aspal, filler akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran agregat secara bersama – sama.

Kelompok mineral filler dalam campuran beton aspal yang mempunyai partikel dengan diameter yang lebih besar dari ketebalan selaput bitumen pada permukaan batuan akan memberikan pengaruh saling mengunci antar agregat. Sedangkan kelompok yang lain, yaitu partikel yang mempunyai diameter lebih kecil dari selaput bitumen akan tersuspensi dalam selaput bitumen tersebut. Bagian mineral filler yang tersuspensi ini akan mempengaruhi perilaku system filler bitumen.

## **2.5 Metode Perencanaan Campuran**

Rancangan campuran bertujuan untuk mendapatkan resep campuran aspal beton dari material yang terdapat di lokasi sehingga dihasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran yang ditetapkan. Saat ini, metode rancangan campuran yang paling banyak dipergunakan di Indonesia adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian empiris, dengan menggunakan alat *Marshall*.

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Lapis aspal beton merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari bitumen dengan agregat bergradasi menerus dan cocok untuk jalan raya yang banyak dilalui kendaraan berat. Material-material pembentuk aspal beton dicampur dan diinstalasi pencampur pada suhu tertentu kemudian diangkat ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan

semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°-155°C, sehingga disebut aspal beton campuran panas. Campuran ini dikenal juga dengan nama *Hotmix*.

Tujuan dari perencanaan campuran aspal adalah untuk mendapatkan campuran efektif dari gradasi agregat dan aspal yang akan menghasilkan campuran aspal yang memiliki sifat-sifat berikut :

- a. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilisasi dibanding dengan kebutuhan jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.
- b. Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan aspal beton menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.
- c. Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas, atau pun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.
- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue resistance*) adalah kemampuan aspal beton menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.
- e. Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*) adalah kemampuan permukaan aspal beton terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada

roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan butir-butir agregat. Ukuran maksimum butiran agregat ikut menentukan kekesatan permukaan.

- f. Kedap air (*impermeabilitas*) adalah kemampuan aspal beton untuk tidak dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan aspal beton. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat. Tingkat *impermeabilitas* pada aspal beton berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.
- g. Mudah dilaksanakan (*workability*) adalah kemampuan campuran aspal beton untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, dan gradasi serta kondisi agregat.

Ketujuh sifat campuran aspal beton ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat aspal beton mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis aspal beton yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis aspal beton yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi, daripada memilih aspal beton dengan stabilitas tinggi.

## 2.6 Metode Marshall

Konsep dasar dari Metode *Marshall* adalah campuran aspal yang 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 meningkat dan menambahkan kelengkapan pada prosedur pengujian *Marshall* dan pada akhirnya mengembangkan kriteria rancangan campuran pengujiannya,

kemudian distandarisasikan di dalam *American Society For Tasting and Materila* 1989 (ASTM d-1559).

Alam *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *Proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (500 lbs) dan *Flowmete*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow meter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji *marshall* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian *marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T-245-90, atau ASTM d-1559-76. Prinsip dasar metode *marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelah (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari camouran padat yang terbentuk.

Secara garis besar pengujian *marshall* meliputi :

a. Pada persiapan benda uji

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain :

- 1) Jumlah benda uji yang disiapkan.
- 2) Persiapan agregat yang akan digunakan.
- 3) Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
- 4) Persiapan campuran aspal beton.
- 5) Pemadatan benda uji.
- 6) Persiapan dan pengujian *marshall*.

Jumlah benda uji yang disiapkan ditentukan dari tujuan dilakukannya ujian *marshall* tersebut. AASHTO menetapkan minimal 3 buah benda uji untuk setiap kadar aspal yang digunakan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105°-110°C. Setelah dikeringkan agregat dipisah-pisahkan sesuai fraksi ukurannya dengan mempergunakan saringan.

Temperatur pencampuran bahan aspal dengan agregat adalah temperatur pada saat aspal mempunyai viskositas kinematis sebesar  $170 \pm 20$  centitokes, dan temperatur pemadatan adalah temperatur bahan aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar  $280 \pm 30$  centitokes. Karena tidak diadakan pengujian viskositas kinematik aspal maka secara umum

ditentukan suhu pencampuran berkisar antara 145°-155°C. Sedangkan suhu pemadatan antara 110°-135°C.

b. Penentuan berat jenis *Bulk* dari benda uji

Penentuan berat jenis *Bulk* dari benda uji beton aspal padat dilakukan segera setelah benda uji dingin dan mencapai suhu ruang. Berat jenis *Bulk* ditentukan sesuai AASHTO T-166-88.

c. Pemeriksaan nilai stabilitas dan *Flow*

Pemeriksaan stabilitas diperlukan untuk mengukur ketahanan benda uji terhadap beban dan *Flow meter* mengukur besarnya deformasi yang terjadi akibat beban. Untuk mendapatkan temperatur benda uji sesuai temperatur terpanas di lapangan, maka sebelum dilakukan pemeriksaan benda uji dipanaskan terlebih dahulu selama 30 atau 40 menit dengan temperatur 60°C di dalam *Water bath*. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan benda uji pada alat *marshall* dan beban diberikan kepada benda uji dengan kecepatan 2 inchi per menit atau 55 mm per menit. Beban pada saat terjadi keruntuhan dibaca pada arloji pengukur dari *proving ring*, deformasi yang terjadi pada saat itu merupakan nilai flow yang dapat dibaca pada *flow meter* nya. Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukur dikalikan dengan nilai kalibrasi *proving ring* dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji.

d. Perhitungan parameter *marshall* lainnya

Setelah uji *marshall* dilakukan, maka dilanjutkan dengan perhitungan dengan menentukan :

- 1) Kuosien *Marshall*, adalah ratio antara nilai stabilitas dan kelelahan.
- 2) Berat volume benda uji.
- 3) Volume pori dalam benda uji (VIM).
- 4) Volume antara agregat dalam benda uji (VMA)
- 5) Volume antara agregat yang terisi oleh aspal (VFA).
- 6) Tebal selimut aspal.

## 2.7 Lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur diinstalai pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut k lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145°-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan nama *Hot mix*. (Silvia Sukirman, 2003).

Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya ada 2 macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung kepada metode dan kepentingan yang dituju pada penyusunan suatu perkerasan.

Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah adalah AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*)/ Lapis Aus Aspal Beton. AC-WC adalah salah satu dari 3 macam camouran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC, AC-BASE. Ketiga jenis laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga.

Penggunaan AC-WC yaitu lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya, dan merupakan lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yag kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang di syaratkan dengan tevbal nominal minimum 4 cm.

Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut mrnyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran. Adapun fungsi dari lapis aus permukaan (*Wearing Course*) adalah :

- a. Menyelimuti perkerasan dari pengaruh air.
- b. Menyediakan permukaan yang halus.
- c. Menyediakan permukaan yang mempunyai karakteristik yang kesat, rata sehingga aman dan nyaman untuk dilalui pengguna.

## 2.8 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

*Filler* yang merupakan bahan pengisi campuran berfungsi untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga udara dalam campuran lapisan perkerasan. Berbagai penelitian mengenai *filler* pun telah banyak dilakukan.

Anas (2009), mencoba menggunakan bahan pengisi filler abu terbang batu bara yang diharapkan menambah daya tahan lapis perkerasan beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca dan beban lalu lintas. Penelitian ini menggunakan variasi kadar *filler* 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% terhadap total campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *filler* abu terbang batu bara akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Semakin banyak *filler* abu terbang batu bara yang digunakan, menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat.

Muhammad (2006), menggunakan limbah lumpur Lapindo sebagai *filler* pada campuran perkerasan lentur jalan raya. Variasi filler yang digunakan adalah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat *filler*. Dari hasil akhir penelitian diperoleh KAO sebesar 7,7% dan proporsi *filler* optimum 75/25 dari metode diagram pita dan dari metode *Linear Programming* nilai KAO untuk Laston sebesar 7,9%.