

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Struktur Perkerasan jalan

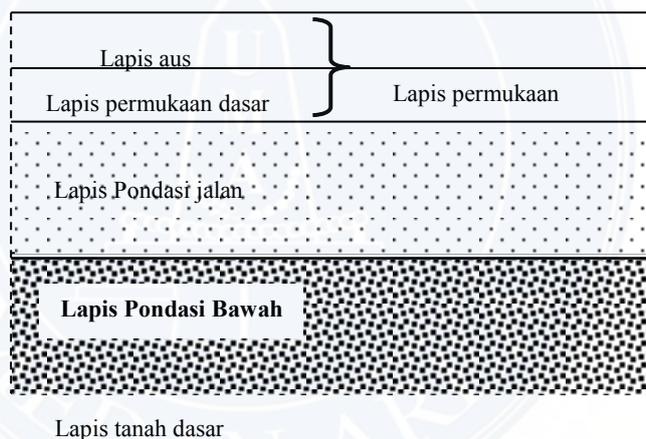
Perkerasan jalan adalah campuran agregat dan bahan ikat (binder) yang diletakkan diatas tanah dasar dengan pemadatan untuk melayani beban lalu lintas. Tujuan utama pembuatan struktur perkerasan jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat nilai yang dapat diterima oleh tanah yang menyokong beban tersebut.

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi tiga jenis konstruksi perkerasan, yaitu :

1. Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Disebut “lentur” karena konstruksi ini mengijinkan terjadinya deformasi vertikal akibat beban lalu lintas dari permukaan sampai ke tanah dasar. Salah satu jenis perkerasan lentur adalah Asphalt Concrete (AC).
2. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Disebut “kaku” karena pelat beton tidak terdefleksi akibat beban lalu lintas dan didesain untuk umur 40 tahun sebelum dilaksanakan rekonstruksi besar-besaran. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton dengan atau tanpa tulangan yang diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.

3. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement), yaitu perkerasan yang mengkombinasikan antara aspal dan semen (PC) sebagai bahan pengikatnya. Penyusunan lapisan komposit terdiri dari dua jenis. Salah satu jenis perkerasan komposit adalah merupakan penggabungan secara berlapis antara perkerasan lentur (menggunakan aspal sebagai bahan pengikat) dan perkerasan kaku (menggunakan semen sebagai bahan pengikat).

Pada umumnya jenis perkerasan yang dipakai di Indonesia adalah perkerasan lentur. Susunan struktur jalan (perkerasan lentur) di Indonesia pada umumnya mengacu kepada standar USA, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur perkerasan lentur

Sumber : *Proyek Jalan Teori & Praktek/ Arthur Wignall  
Edisi Keempat, 2003*

## 2.2. Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Yang dimaksud perkerasan lentur (flexible pavement) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan

kendaraan dalam melintas di atasnya. Perlu dilakukan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimal.

Perkerasan lentur mempunyai beberapa komponen, yaitu :

#### 1. Tanah Dasar (sub grade)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

#### 2. Lapis Pondasi Bawah (sub base course)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda – roda alat – alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai – macam tipe tanah setempat ( $CBR > 20\%$ ,  $PI < 10\%$ ) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran – campuran tanah setempat dengan kapur atau semen Portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

### 3. Lapis Pondasi (base course)

Lapis pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan – bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban – beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik – baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Beragam – ragam bahan alam / bahan setempat ( $CBR > 50\%$ ,  $PI < 4\%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

#### 4. Lapis Permukaan (surface course)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca
- c. Sebagai lapisan aus (wearing course).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar mencapai manfaat yang sebesar – besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

### 2.3. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir – butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan (*Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga 1998*). Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran – butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain – lain.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu gradasi, kekuatan, bentuk butir, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan atau stabilitas suatu perkerasan jalan.

#### 2.3.1. Klasifikasi Agregat

Agregat dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Berdasarkan proses pengolahannya agregat yang dipergunakan dalam perkerasan lentur dapat dibedakan :
  - a. Agregat alam, agregat yang dapat dipergunakan sebagai mana bentuknya di alam dengan cara sedikit proses pengolahan, yaitu pasir dengan ukuran partikel  $<1/4$  inch tetapi lebih besar dari 0.075 mm (saringan no.200), kerikil dengan ukuran partikel  $>1/4$  inch (6.35).
  - b. Agregat yang mulai proses pengolahan atau agregat yang melalui proses pemecahan terlebih dahulu supaya diperoleh bentuk partikel bersudut, diusahakan berbentuk kubus, permukaan partikel kasar sehingga

mempunyai gesekan yang baik dan gradasi sesuai yang diinginkan. Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (*stone crusher*) sehingga ukuran partikel – partikel yang dihasilkan dapat terkontrol, berarti gradasi yang diinginkan dapat dicapai sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

- c. Agregat buatan, agregat yang merupakan mineral *filler* / pengisi (partikel dengan ukuran  $<0.075$  mm), diperoleh dari terak hasil pencairan pabrik besi dan baja, pabrik semen dan pemecah batu.

2. Berdasarkan ukuran butiran agregat dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu :

- a. Agregat kasar

Agregat kasar adalah butiran yang tertahan saringan No.4 (4,75 mm).

Fungsi agregat kasar dalam campuran aspal beton adalah :

1. Memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing – masing agregat kasar dan tertahan suatu aksi perpindahan
2. Stabilitas ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar (kubus dan kasar)

Agregat yang digunakan dalam pembuatan aspal beton adalah batu pecah atau kerikil dalam keadaan kering dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin los angeles pada 500 putaran harus mempunyai nilai maksimum 40%
2. Kelekatan terhadap aspal harus lebih besar dari 95%
3. Indeks kepipihan agregat maksimum 25%
4. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%

5. Berat jenis semu agregat minimum 2,50
6. Gumpalan lempung agregat maksimum 0,25%
7. Bagian – bagian batu yang lunak dari agregat maksimum 5%

b. Agregat halus

Agregat halus adalah butiran yang lolos saringan No.4 (4,75 mm) dan tertahan No.200 (0,075 mm). Fungsi agregat halus dalam campuran aspal beton adalah :

1. Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
2. Semakin besar tekstur permukaan agregat halus akan menambah stabilitas campuran dan menambah kekasaran permukaan perkerasan jalan.
3. Agregat halus pada saringan No.8 sampai dengan saringan No.30 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan.
4. Pada *gap graded*, agregat halus saringan No.8 sampai dengan saringan No.30 dikurangi agar diperoleh rongga udara yang memadai untuk jumlah aspal tertentu sehingga permukaan *gap graded* cenderung halus.
5. Agregat halus pada saringan No.30 sampai dengan No.200 penting untuk menaikkan kadar aspal, sehingga akan bertambah awet.
6. Keseimbangan proporsi penggunaan agregat kasar dan halus penting agar diperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang diinginkan.

Agregat halus harus terdiri dari bahan-bahan berbidang kasar, bersudut tajam, dan bersih dari kotoran-kotoran. Agregat halus terdiri dari pasir, bahan-bahan halus hasil pemecahan batu atau kombinasi bahan-bahan tersebut dalam keadaan kering.

Agregat halus harus memenuhi syarat-syarat :

1. Nilai sand equivalent dari agregat maksimal 40%
2. Berat jenis semu minimum 2,50
3. Dari pemeriksaan Atterberg, agregat harus non plastis
4. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%

c. *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 semen atau abu, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%).

A. Efek Penggunaan filler terhadap Karakteristik Campuran

1. *Filler* terhadap viscositas campuran:
  - i. Efek penggunaan berbagai jenis *filler* terhadap *viscositas* campuran tidak sama.
  - ii. Luas permukaan *filler* yang semakin besar akan menaikkan viscositas campuran dibandingkan dengan yang berluas permukaan kecil.
2. *Filler* terhadap daktilitas dan penetrasi campuran:
  - i. Kadar *filler* yang semakin tinggi akan menurunkan daktilitas, hal ini juga terjadi pada berbagai suhu.

ii. Jenis *filler* yang akan menaikkan *viscositas* aspal, akan menaikkan penetrasi aspal.

3. Efek suhu dan pemanasan

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

B. 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 bitumen.

### **2.3.2. Sifat Agregat**

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, yaitu :

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

### **2.3.3. 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.



Gambar 2.2 Bentuk – bentuk Agregat

*Sumber : Data lapangan Laboratorium PT. Karya*

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.

#### **2.3.4. 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 19.1mm; 12.7mm; 9.52mm; 4.76mm; 2.38mm; 1.18mm; 0.59mm; 0.279mm; 0.149mm; 0.074mm;), 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.

#### **2.3.5. 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.

### **2.3.6. 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.

### **2.3.7. Pengujian Agregat**

Agregat yang akan dipergunakan sebagai material campuran perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan sifat dan gradasi agregat seperti yang telah ditetapkan dalam spesifikasi pekerjaan jalan. Maka agregat yang akan digunakan harus di uji terlebih dahulu :

- a. Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar
- b. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
- c. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- d. Berat Isi Agregat
- e. Kelekatan Agregat terhadap Aspal
- f. Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles

Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Batasan dari masing – masing agregat ini seringkali berbeda, menurut bina marga agregat menjadi :

- a. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 4 (=4.75mm).

- b. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 4 (=4.75mm).
- c. Bahan Pengisi (*filler*), adalah bagian dari agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No. 200 (=0.075mm).

#### 2.4. Semen Portland

Definisi dari spesifikasi ini semen Portland adalah produk yang didapatkan dengan membubukkan kerak besi yang terdiri dari material pokok, yaitu kalsium silikat hidrolik. Semen portland dibuat dari batu kapur (limestone) dan mineral yang lainnya, dicampur dan dibakar dalam sebuah alat pembakaran dan sesudah itu didapat bahan material yang berupa bubuk. Bubuk tersebut akan mengeras dan terjadi ikatan yang kuat karena suatu reaksi kimia ketika dicampur dengan air. Komposisi senyawa kimia dari semen Portland adalah sebagai berikut dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Senyawa bahan pembuatan semen portland

No	Oksidasi	Lambang	Kode	Prosentase
1	Calcium oxide	CaO	C	60 – 65
2	Magnesium oxide	MgO	M	0 – 5
3	Aluminium oxide	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A	4 – 8
4	Ferrie oxide	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	2 – 5
5	Sillicon dioxide	SiO <sub>2</sub>	S	20 – 24
6	Sulfur trioxide	SO <sub>3</sub>	s	1 – 3

Sumber : <https://id.scribd.com/doc/277985229/3/Tabel-3-2-Empat-senyawa-dari-semen-portland>

Kekuatan 100% dari semen dapat dilihat pada campuran beton semen yang mengeras pada hari 28 setelah bereaksi dengan air. Proses kimia tersebut

dinamakan proses hidrasi. Ketentuan mineral yang paling pokok untuk memproduksi semen portland adalah kapur/lime (CaO), silika (SiO<sub>2</sub>), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Karakteristik semen portland dengan berbagai tipe yang salah satunya akan digunakan dalam penelitian ini di Tabel 2.2

Tabel 2.2. Karakteristik semen portland

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Kehalusan :					
	Uji permeabilitas udara, m <sup>2</sup> /kg					
	Dengan alat :					
	Turbidimeter, min	160	160	160	160	160
	Blaine, min	280	280	280	280	280
2	Kekekalan :					
	Pemuaiian dengan autoclave, maks %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3	Kuat tekan :					
	Umur 1 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	-	-	120	-	-
	Umur 3 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	125	100 70 <sup>a)</sup>	240	-	80
	Umur 7 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	200	175 120 <sup>a)</sup>	-	70	150
	Umur 28 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	280	-	-	170	210
4	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat :					
	Gillmore					
	- Awal, menit, minimal	60	60	60	60	60
	- Akhir, menit, maksimum	600	600	600	600	600
	Vicat					
	- Awal, menit, minimal	45	45	45	45	45
- Akhir, menit, maksimum	375	375	375	375	375	

.Sumber : SNI 15-2049-200/ICS 91.100.10 BSN

Dalam penelitian ini seperti pada Tabel 2.3. di atas tipe semen portland yang digunakan adalah semen portland tipe I yang sangat umum digunakan dalam berbagai macam pekerjaan.

## **2.5. Filler Abu Vulkanik**

Siswosoebrotho (1996) menyatakan bahwa mineral filler adalah suatu mineral agregat dari fraksi halus yang sebagian besar (+ 85 %) lolos saringan nomor 200 (0,075 mm).

Pada prakteknya filler berfungsi untuk meningkatkan viskositas dari aspal dan mengurangi kepekaan terhadap temperatur. Dengan meningkatkan komposisi filler dalam campuran dapat meningkatkan stabilitas campuran tetapi menurunkan kadar air void (rongga udara) dalam campuran. Meskipun demikian komposisi filler dalam campuran tetap dibatasi. Terlalu tinggi kadar filler dalam campuran akan mengakibatkan campuran menjadi getas (brittle), dan retak (crack) ketika menerima beban lalu lintas. Akan tetapi terlalu rendah kadar filler akan menyebabkan campuran terlalu lunak pada saat cuaca panas.

Pada konstruksi perkerasan, filler berfungsi sebagai pengisi ruang kosong (voids) di antara agregat kasar sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan kerapatan massanya lebih kasar. Dengan bubuk isian yang berbutir halus maka luas permukaan akan bertambah, sehingga luas bidang kontak yang dihasilkan juga akan bertambah luasnya, yang mengakibatkan tahanan terhadap gaya geser menjadi lebih besar sehingga stabilitas geseran akan bertambah. Penelitian ini menggunakan filler berupa semen Portland dan abu vulkanik.

Abu vulkanik merupakan salah satu bahan alternative yang dapat dipergunakan sebagai bahan tambah untuk perkerasan jalan. Abu vulkanik merupakan bahan yang dihasilkan akibat adanya letusan gunung berapi yang didapat dalam jumlah cukup banyak dan dapat meningkatkan stabilitas campuran perkerasan.

Persyaratan filler sebagai berikut :

1. Agregat yang lolos saringan no. 100
2. Lebih dari 75% lolos saringan no. 200
3. Bersifat non plastis

Idealnya kandungan Oksida abu vulkanik menurut ASTM C 618-78 harganya dibatasi seperti yang tercantum dibawah ini :

Tabel 2.3. Kandungan Oksida Abu Vulkanik

NO	Komposisi Bahan	Jumlah (%)
1	SiO <sub>2</sub> + AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Minimal 70
2	MgO	Maksimal 5
3	SO <sub>3</sub>	Maksimal 4
4	H <sub>2</sub> O	Maksimal 3

*Sumber : ASTM C 618-78*

Vulkanik yang dapat dijumpai disekitar lereng gunung berapi umumnya dicirikan oleh kandungan mineral liat allophan yang tinggi. Allophan adalah aluminosilikat amorf yang dengan bahan organik dapat membentuk ikatan kompleks

Sifat – sifat tanah allophan adalah sebagai berikut :

- a. Profil tanahnya dalam
- b. Lapisan atas maupun permukaannya gembur serta berwarna hitam

- c. Lapisan subsoil berwarna kecoklatan dan tersa licin bila digosok diantara jari – jari
- d. Bulk densitynya sangat rendah ( $< 0,85$ )
- e. Daya tahan terhadap air tinggi
- f. Perkembangan struktur tanah baik
- g. Daya lekat maupun plastisitasnya tidak ada bila lembab
- h. Sukar dibasahi kembali bila sudah kering serta dapat mengapung diatas permukaan air

Mineralogi tanah yang berasal dari gunung Merapi dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

1. Mineral skeletal yang berasal dari mineral primer (mineral pasir dan debu) serta agregat mikro kristalin.
2. Fragment yang semuanya berasal dari bahan induk, mineral liat dan liat amorf.

Abu vulkanik terdiri dari batuan, mineral, dan gelas vulkanik fragmen yang lebih kecil dari 2mm (0,1 inch) dengan diameter yang sedikit lebih besar dari ukuran sebuah kepala peniti. Abu vulkanik tidak seperti bulu lembut, abu yang dihasilkan dari pembakaran kayu, daun atau kertas. Sulit larut dalam air, dan abu vulkanik dapat menjadi partikel yang sangat kecil kurang dari 0,0025 mm (1/1000 inch) dengan diameter yang umum.



Gambar 2.3. Abu Vulkanik  
*Sumber : Gunung Sinabung*

Secara geologis, abu vulkanik adalah material buatan vulkanik yang berasal dari magma panas dan cair yang membeku secara cepat. Batuan beku sejatinya kumpulan mineral yang membeku dan mengkristal dari magma cair. Karena membeku cepat maka magma ini tidak sempat mengkristal dengan baik. Karena tidak mengkristal dalam geologi material bekuannya disebut gelas. Mikroskop abu vulkanik ini memiliki bentuk yang runcing – runcing seperti dibawah ini.



Gambar 2.4. Ukuran Mikroskopis Abu Vulkanik

## 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.

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).

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*.

### 2.6.1. Jenis Aspal

Secara umum aspal dibagi menjadi dua kelompok yaitu aspal alam dan aspal buatan.

#### 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  $<30\text{ }^{\circ}\text{C}$  rapuh dipukul pecah dan pada tempertur  $30^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$  menjadi plastis apabila dipukul akan menjadi lempeng (pipih) selanjutnya pada temperatur  $100\text{ }^{\circ}\text{C} - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  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.

Berdasarkan nilai penetrasi atau kekerasan aspal, AASHTO membagi aspal kedalam lima kelompok jenis aspal, yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100,

aspal 120-150, dan aspal 200-300. Yang dimaksud angka kekerasan adalah berapa dalam masuknya jarum penetrasi kedalam contoh aspal.

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. Aspal penetrasi 60/70 diperkirakan memiliki kemampuan untuk menghindari terjadinya pelunakan pada temperatur tinggi saat musim kemarau.

### 2.6.2. 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 :

- 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 hydrocarbon 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 hydrokarbon dengan berat molekul besar. *Polimerisasi* sangat merugikan karena menyebabkan aspal lebih getas sehingga perkerasan jalan mudah retak-retak.

4. *Thixotrophy*

*Thixotrophy* adalah perubahan dari viscositas sesuai dengan jalannya waktu.

5. *Pemisahan*

Pemisahan adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan pemindahan bagian-bagian minyak (*oil*) atau resin atau *alphaltenes* 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 tingkat kerapuhan yang terjadi. (Silvia Sukirman, 1999).

### **2.6.3. Campuran Aspal Panas (*Hotmix*)**

Campuran aspal panas dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu Campuran aspal panas dengan agregat bergradasi senjang (*Gap Graded Aggregate Mix*) dan agregat bergradasi menerus (*Continuous Graded Aggregate Mix*).

1. *Gap Graded Aggregate Mix* (Campuran dengan Agregat Gradasi Senjang).

Terdiri dari campuran pasir halus, bahan pengisi (*filler*), aspal ditambah dengan proporsi agregat kasar yang bervariasi. Stabilitas diperoleh dari tingkat kekuatan saling mengikat antara butiran pasir yang diikat oleh aspal.

2. *Continuous Graded Aggregate Mix* (Campuran dengan Agregat Gradasi Menerus).

Susunan butiran agregat dari ukuran yang terbesar sampai terhalus agar rongga udara terkontrol dengan baik. Jumlah aspal yang ditambahkan tergantung dari rongga udara yang dikehendaki sesuai dengan kondisi lalu lintas dan iklim yang ada.

Pengujian untuk campuran aspal panas (*Hotmix*) dengan *Asphalt Marshall*, bertujuan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Ketahanan stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis (dalam Kg), yaitu keadaan dimana terjadi perubahan bentuk campuran aspal akibat beban sampai batas runtuh (dalam mm).

## 2.7. Karakteristik Aspal Beton

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

1. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan mayoritas kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :
  - a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.
  - b. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.
2. Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal 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. Durabilitas aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran.

3. 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 ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli.
4. Ketahanan terhadap kelelahan (Fatigue Resistance) adalah kemampuan beton aspal untuk menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika menggunakan kadar aspal yang tinggi.
5. Kekesatan/tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya esek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.
6. Kedap air adalah 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 adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan akan menentukan jenis beton aspal 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 beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

### **2.8. Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)**

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke 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 *hotmix*. (Silvia Sukirman, 2003).

Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua 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 Bina Marga adalah AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*) / Lapis Aus Aspal Beton. AC-WC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan

konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak.

Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC yang mempunyai gradasi menerus tersebut ditunjukkan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*restriction zone*) yang diberikan dalam Tabel 2.5. di bawah ini dengan membandingkan dengan AC-BC yang mempunyai ukuran butir agregat maksimum 25 mm atau 1” dan AC-Base 37,5 mm atau 1½”. Sedangkan AC-WC mempunyai ukuran butir agregat maksimum 19 mm atau ¾”.

Tabel 2.4. Gradasi Agregat Untuk Campuran Lapis Beton

Ukuran Ayakan (mm)	Laston (AC)		
	WC	BC	Base
37,5	-	-	100
25	-	100	90 – 100
19	100	90 – 100	76 – 90
12,5	90 – 100	75 – 90	60 – 78
9,5	77 – 90	66 – 82	52 – 71
4,75	53 – 69	46 – 64	35 – 54
2,36	33 – 53	30 – 49	23 – 41
1,18	21 – 40	18 – 38	13 – 30
0,600	14 – 30	12 – 28	10 – 22

Lanjutan Tabel 2.4.

Ukuran Ayakan (mm)	Laston (AC)		
	WC	BC	Base
0,300	9 – 22	7 – 20	6 – 15
0,150	6 – 15	5 – 13	4 – 10
0,075	4 – 9	4 – 8	3 – 7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3, Divisi 6

Di bawah ini merupakan ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas di Indonesia yang dikeluarkan oleh Bina Marga. Hal tersebut merupakan acuan dalam penelitian ini.

Tabel 2.5. Ketentuan Sifat-sifat Campuran

Sifat – sifat Campuran	Laston		
	Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75	112 <sup>(1)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1,0	
	Maks.	1,4	
Rongga dalam campuran (%) <sup>(2)</sup>	Min.	3,0	
	Maks.	5,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800	1800 <sup>(1)</sup>
Pelelehan (mm)	Min.	2	3
	Maks.	4	6 <sup>(1)</sup>
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(3)</sup>	Min.	90	
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(4)</sup>	Min.	2	

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3, Divisi 6

## 2.9. Perencanaan Gradasi Campuran

Selanjutnya dapat dilakukan pemilihan gradasi agregat campuran. Jenis campuran yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji adalah campuran aspal panas AC untuk lapisan wearing course dengan spesifikasi gradasi menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah 2004, seperti terlihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6. Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal AC-WC

ASTM	Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos			% Contoh Target Gradasi	
		Batasan	Daerah Larangan	Fuller	Lolos	Tertahan
1½"	37,5	-	-	-	-	-
1	25	-	-	-	-	-
¾"	19	100	-	100	100	-
½"	12,5	90 – 100	-	82,8	93,0	7,0
⅜"	9,5	maks. 90	-	73,2	80,0	13,0
No.4	4,75	-	-	53,6	55,0	25,0
No.8	2,36	28 – 58	39,1	39,1	36,0	19,0
No.16	1,18	-	25,6 – 31,6	28,6	24,0	12,0
No.30	0,6	-	19,1 – 23,1	21,1	17,0	7,0
No.50	0,3	-	15,5	15,5	12,0	5,0
No.100	0,15	-	-	11,3	8,0	4,0
No.200	0,075	4 – 10	-	8,3	6,0	2,0
						6,0

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004)

Untuk campuran AC-WC, kombinasi gradasi agregat dianjurkan tidak berhimpit dengan kurva Fuller. Kurva Fuller disajikan dalam Tabel 2.4. untuk campuran AC-WC digunakan dalam spesifikasi ini diperoleh dari rumus berikut ini :

$$P = 100 \left[ \frac{d}{D} \right]^{0,45} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan : p : persentase bahan yang lolos saringan d (%)

D : ukuran butir terbesar (mm)

d : ukuran saringan yang ditinjau (mm)

Untuk memperoleh gradasi gabungan cara yang digunakan oleh penulis dengan cara analitis. Kombinasi agregat dari tiga fraksi yang terdiri dari agregat

kasar, agregat halus dan *filler* dapat digabungkan dengan persamaan dasar di bawah ini.

$$P = A.a + B.b + C.c \dots\dots\dots (2.2)$$

$$l = a + b + c \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

P : Persen lolos agregat campuran dengan ukuran tertentu (%)

A,B,C : Persen bahan yang lolos saringan masing-masing ukuran (%)

a,b,c : Proporsi masing2 agregat yang digunakan, jumlah total 100% (%)

$$a = \frac{P-B}{A-B} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$c = \frac{B.a-P}{B-C} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$b = 1 - a - c \dots\dots\dots (2.6)$$

Setelah didapatkan nilai a, b dan c maka proporsi masing-masing fraksi agregat dalam campuran dapat dievaluasi.

### 2.10. Durabilitas Standar

Prosedur pengujian durabilitas atau keawetan umur aspal mengikuti rujukan SNI M-58-1990. Uji perendaman dilakukan pada temperatur  $60 \pm 1^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Masing-masing golongan terdiri dari 2 sampel yang direndam pada bak perendaman untuk semua variasi kadar aspal. Spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah untuk mengevaluasi keawetan campuran adalah pengujian Marshall perendaman di dalam air pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar, dinyatakan

sebagai persen, dan disebut Indeks Stabilitas Sisa (IRS), dan dihitung sebagai berikut :

$$\text{IRS} = \left( \frac{\text{MSi}}{\text{MSs}} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots (2.7)$$

keterangan:

IRS : Indeks Kekuatan Sisa (Index Retained Strength) (%)

MSi : Stabilitas Marshall setelah perendaman 24 jam suhu ruang  $60 \pm 1^\circ\text{C}$ , (kg)

MSs : Stabilitas Marshall standar pada perendaman selama  $30 \pm 1$  menit suhu  $60^\circ\text{C}$ , (kg)

