

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Umum**

Lapisan aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu, agar mendapatkan mutu pekerjaan yang baik, sesuai dengan spesifikasi, dalam hal ini fleksibel, kedap air dan mampu melayani arus menggabungkan agregat halus yang terdiri dari pasir dan abu batu, agregat kasar yaitu batu 3/4", 1/2, 3/8, dan No 4, setelah itu kedua fraksi yaitu agregat halus dan agregat kasar digabungkan menjadi satu proporsi campuran. Agregat campuran untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada diluar daerah larangan (Sukirman, S.,2003). Material utama pembentukan perkerasan adalah agregat. Dalam konstruksi perkerasan jalan agregat didefinisikan sebagai suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai campuran berupa berbagai jenis butiran atau pecahan seperti pasir, kerikil, agregat pecah dan abu batu. Dalam campuran beraspal 90% materialnya terdiri dari agregat maka agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi khususnya pada perkerasan jalan. Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan yang memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Yang menentukan agregat sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya kelekatan terhadap aspal.

Aspal beton dapat didefinisikan sebagai agregat bergradasi tertentu yang dicampur satu sama lain, membentuk masa padat oleh bahan pengikat aspal. Aspal beton (AC) adalah campuran untuk perkerasan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (filler), dan aspal dengan proporsi tertentu. Lapisan ini harus bersifat kedap air, memiliki nilai struktur dan awet.

Lapisan aspal beton (*Asphalt Concrete*) dapat dibagi kedalam 3 (tiga) macam campuran sesuai dengan fungsinya, yaitu (Sukirman, S.,2003).:

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.

2. Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.
3. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

Laston adalah campuran antara aspal keras dan agregat bergradasi menerus, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Agregat bergradasi menerus adalah suatu komposisi yang menunjukkan pembagian butiran yang merata, mulai dari ukuran yang terbesar sampai yang terkecil. Laston sebagai lapis aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course, AC-WC*) merupakan lapis yang mengalami kontak langsung dengan beban dan lingkungan sekitar, maka diperlukan perencanaan dari beton aspal AC-WC yang sesuai dengan spesifikasi sehingga lapis ini bersifat kedap air, tahan terhadap cuaca, mempunyai stabilitas yang tinggi.

## **2.2. Proses Pengujian Material**

### **2.2.1. Berat Jenis (*Agregat Kasar Dan Agregat Halus*)**

Berat jenis merupakan perbandingan berat benda pada temperatur 25°C terhadap berat air pada volume dan temperatur yang sama. Berikut ini adalah beberapa berat jenis diantaranya :

1. Berat jenis curah ialah perbandingan antara berat berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C.  
(*SNI 1969-2008*) (*SNI 1970-2008*).
2. Berat jenis kering permukaan jenuh yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadan jenuh pada suhu 25°C; (*SNI 1969-2008*) (*SNI 1970-2008*)
3. Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25°C; (*SNI1969-2008*) (*SNI1970-2008*)
4. Penyerapan ialah perbandingan berat air yang dapat diserap quarry terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen. Syarat penyerapan air agregat max 3. (*SNI1969-2008*) (*SNI1970-2008*)

### **2.2.2. Gradasi**

Pemeriksaan gradasi atau analisa saringan di lakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus yaitu batu Pecah  $\frac{3}{4}$ " , batu Pecah  $\frac{1}{2}$ " , abu batu dan pasir. Pemeriksaan gradasi atau pemisahan ukuran butiran di lakukan guna mendapatkan ukuran butiran untuk setiap jenis material sesuai dengan Spesifikasi pada saat proporsi agregat gabungan. (*Mengacu pada SNI ASTM C136:2012*).

### **2.2.3. Abrasi**

Abrasi atau keausan agregat adalah proses penghancuran atau pecahnya agregat dalam hal ini agregat kasar akibat proses mekanis seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan pembuatan jalan (penimbunan, penghamparan, pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu-lintas dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan, dan perubahan suhu sepanjang hari. Nilai abrasi adalah nilai yang menunjukkan daya tahan agregat kasar terhadap penghancuran (degradasi) akibat dari beban mekanis. Nilai abrasi ditentukan dengan melakukan percobaan abrasi (*Abration Los Angeles Test*) di laboratorium dengan menggunakan alat abrasi Los Angeles.

Daya tahan agregat atau abrasi merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami degradasi yaitu perubahan gradasi, akibat pecahnya butir-butir agregat. Kehancuran agregat dapat disebabkan oleh proses mekanis, seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan perkerasan jalan (penimbunan, penghamparan, dan pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu lintas, dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan, dan perubahan suhu sepanjang hari. (Sukirman, S. 2003).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis agregat, gradasi campuran, ukuran partikel, bentuk agregat, dan besarnya energi yang dialami oleh agregat tersebut. (Sukirman, S. 2003).

Kekerasan agregat adalah ketahanannya terhadap gradasi dan degradasi. Degradasi dapat terjadi selama pengolahan dan pemadatan campuran beraspal. Kekerasan agregat diukur dari persen kehilangan material selama dilakukan uji abrasi (*Los Angeles Abrasion test*). Lapisan permukaan lebih berhubungan langsung dengan lalu-lintas daripada lapisan pondasi. Uji abrasi *Los Angeles* mengukur tahanan agregat kasar terhadap degradasi akibat

abrasi dan tumbukan. Tetapi pengamatan dilapangan telah menunjukkan bahwa tidak selalu terdapat hubungan yang baik antar abrasi *Los Angeles* dan kinerja. (Hary Christady Hardiyatmo, 2011).

Pengujian nilai abrasi dilakukan sesuai dengan SNI-03-2417-1991 atau ASSTHO T 96-87. Gaya mekanis pada pemeriksaan dengan alat abrasi *Los Angeles* diperoleh dari bola-bola baja yang dimasukkan bersama dengan agregat yang hendak diuji. (Sukirman, S. 2003). Agregat yang telah disiapkan sesuai gradasi dan berat yang telah ditetapkan, dimasukkan bersama bola-bola baja kedalam mesin *Los Angeles*, lalu diputar dengan kecepatan 30-33 rpm selama 500 putaran. Nilai akhir (nilai abrasi) dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji semula dikurangi berat benda uji tertahan saringan No. 12 dengan berat benda uji semula.

Semakin besar nilai abrasi agregat, maka kinerja campuran beton aspal akan semakin menurun. Salah satu indikatornya adalah nilai stabilitas, dimana nilai stabilitas cenderung mengalami penurunan dengan semakin besarnya nilai abrasi. Nilai maksimum abrasi agregat yang disyaratkan dapat diperlihatkan pada

**Tabel 2.1.**

**Tabel 2.1 Syarat Nilai Abrasi Maksimum**

Pengujian		Standar	Nilai
Abrasi dengan mesin Los Angels	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417 : 2008	Maks. 30 %
	Semua Jenis Campuran Aspal bergradasi lainnya		Maks. 40 %

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010

**2.3. Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan**

Perkerasan jalan harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna atau pemakai jalan. Disamping itu konstruksi perkerasan lentur haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut: (Sukirman, S. 1992)

1. Syarat-syarat berlalu lintas
  - a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang
  - b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban roda kendaraan

- c. Permukaan cukup kasar, memberi gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah terselip
  - d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar.
2. Syarat kekakuan atau struktural

Jika dipandang dari segi kemampuannya untuk memikul dan menyebarkan beban, konstruksi perkerasan harus memenuhi syarat berikut:

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban ke tanah dasar
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan bawahnya
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan
- d. Kekakuan untuk memikul beban tanpa menimbulkan deformasi yang berarti

Bagian-bagian perkerasan jalan adalah lapis-lapis material yang dipilih dan dikerjakan menurut spesifikasi tertentu sesuai dengan macamnya dan berfungsi untuk menyebarkan beban roda kendaraan sedemikian rupa, sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar, dalam batas daya dukungnya.

#### **2.4. Bagian Perkerasan Jalan**

Umumnya bagian perkerasan jalan terdiri dari: (Sukirman, S. 1992)

- 1. Tanah dasar (*sub grade*)
- 2. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
- 3. Lapis pondasi atas (*base course*)
- 4. Lapis permukaan (*surface*)

##### **2.4.1. Tanah Dasar**

Tanah dasar merupakan permukaan tanah asli., permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang merupakan perkerasan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan dari konstruksi jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. (Sukirman, S. 1992)

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- 1. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat kedudukannya.

2. Perubahan bentuk tetap (*Deformasi Permanen*) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
3. Lendutan (*Deflection*) dan pengembangan kenyal yang besar selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
4. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya yaitu pada tanah berbutiran kasar (*Granular Soils*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksana.
5. Sifat mengembang dari macam tanah tertentu akibat perubahan kadar air.

#### **2.4.2. Lapis Pondasi Bawah**

Lapis pondasi bawah merupakan bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Fungsi dari lapisan ini adalah: (*Sukirman, S. 1992*)

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda kendaraan.
2. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapis pondasi atas.
3. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya.
4. Sebagai lapisan peresapan agar air tanah tidak mengumpul di pondasi atas maupun tanah dasar.
5. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan aspal dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar roda-roda kendaraan atau kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

#### **2.4.3. Lapis Pondasi Atas**

Lapis pondasi atas adalah sebagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah dengan tanah dasar. (*Sukirman, S. 1992*)

Kegunaan lapis pondasi atas diantaranya sebagai berikut :

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda.
2. Memberikan bantalan terhadap lapis permukaan.
3. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.

Bahan-bahan untuk lapisan umumnya diprioritaskan kekuatan dan keawetannya sedemikian sehingga dapat menahan gaya-gaya lintang dari beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya cukup dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan tuntutan teknis.

#### **2.4.4. Lapis Permukaan**

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas yang pada umumnya ditutupi oleh aspal. Kegunaan dari lapis permukaan antara lain:

(Sukirman, S. 1992)

1. Lapis ini lebih kaya aspal (*sekitar 5-6%*) dibanding dengan lapis dibawahnya.
2. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan gaya lintang dari beban-beban roda.
3. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
4. Sebagai lapisan aus (*Wearing Course*).

Bahan-bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan-bahan untuk lapis pondasi bawah, hanya susunan butir-butirannya (*Gradasi*) disyaratkan lebih berat serta penambahan bahan aspal 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 lapisan permukaan akan juga dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta penahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

#### **2.5 Bahan Agregat**

Agregat adalah material batuan yang didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (*solid*). (*ASTM, 1995*) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar atau berupa fragmen-fragmen.

Selain itu agregat juga dibagi berdasarkan ukuran butirannya, yaitu:

- a. Agregat kasar, yakni yang tertahan saringan no.4 atau berukuran > 4,75mm menurut ASTM atau > 2mm menurut AASHTO.

- b. Agregat halus, yakni yang lolos saringan no.4 atau berukuran  $< 4,75\text{mm}$  menurut ASTM atau  $< 2\text{mm}$  dan  $> 0,075\text{mm}$  menurut AASHTO.
- c. Bahan pengisi atau filler, termasuk agregat halus yang sebagian besar lolos saringan no.200.

Agregat merupakan komponen utama dari konstruksi perkerasan jalan yang berfungsi sebagai kerangka atau tulangan yang memikul beban yakni beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Jumlah agregat dalam suatu campuran lapis perkerasan jalan adalah berkisar 90% dari total berat campuran atau sebesar 75-85% dari total volume campuran sisanya adalah aspal dan mineral pengisi (*filler*).

Ada dua tugas pokok yang harus dipenuhi oleh suatu campuran perkerasan jalan yaitu :

1. Kemampuan memikul
  - a. Tahan terhadap perubahan akibat pembebanan
  - b. Tahan terhadap gesekan
  - c. Mendistribusikan beban kepada lapisan di bawahnya
2. Kemampuan terhadap keausan (*non struktural*)
  - a. Karena adanya beban lalu-lintas
  - b. Karena adanya pelapukan
  - c. Karena adanya erosi

Untuk memenuhi tugas pokok di atas, kualitas dari campuran perkerasan jalan sangat tergantung pada :

- a. Kualitas bahan pokok pembentuk campuran perkerasan yakni agregat dan aspal
- b. Gradasi, bentuk butiran dan keadaan permukaan butiran agregat Vol

*Menurut Bukhari (2004)* Agregat adalah sekumpul butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, abu batu atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan. Agregat juga dapat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (*solid*). Agregat juga didefinisikan sebagai batuan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berukuran kecil.



Berdasarkan besar kecilnya butiran agregat dibagi atas agregat halus dan agregat kasar.

### 2.5.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos ayakan No. 4 (4,75) agregat halus harus terdiri atas partikel bersih, keras, tidak mengandung lempung atau bahan yang tidak dikehendaki. Pasir, batu pecah harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu agregat halus. Dalam segala hal, pasir yang kotor dan berdedu serta mempunyai partikel lolos ayakan No. 200 (0.075) lebih dari 8% atau pasir yang mempunyai nilai setara pasir (*sand equivalent*) kurang dari 50% tidak diperkenankan untuk digunakan dalam campuran. (*Mengacu pada SNI 03-4142-1996*).

Ketentuan agregat halus menurut Spesifikasi Bina Marga dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini:

**Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Halus**

Sifat	Ketentuan	Metode pengujian
Nilai Setara Pasir	Minimum 60%	SNI 03-4428-1997
Angularitas dengan uji kadar rongga	Maksimum 45	SNI 03- 6877- 2002
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah pecah dalam Agregat	Maks 1%	SNI 03-4141-1996
Agregat Lolos Ayakan No.200	Maks 10%	SNI ASTM C117-2012

Sumber: spesifikasi, Bina Marga, 2010 Revisi 3

### 2.5.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan diatas saringan 2,36 mm (No. 8), menurut saringan ASTM. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran-ukuran nominal. Agregat kasar mempunyai perkerasan lebih stabil dan mempunyai tahanan terhadap slip (*skid resistance*) yang tinggi sehingga lebih menjamin keamanan berkendara. Agregat kasar yang mempunyai bentuk butiran (*particle shape*) yang bulat memudahkan proses pemadatan, tetapi rendah stabilitasnya, sedangkan yang berbentuk menyudut (*angular*) sulit dipadatkan tetapi mempunyai stabilitas tinggi. Agregat kasar harus mempunyai

ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai bahan campuran (*wearing course*), untuk itu nilai Los Angeles Abrasion Test harus dipenuhi. (*Mengacu pada SNI 7619:2012*)

Ketentuan yang harus dipenuhi oleh agregat kasar menurut spesifikasi Bina Marga dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini

**Tabel 2.2 Ketentuan Gradasi Agregat Kasar**

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407: 2008	Max 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417 : 2008	Max 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi		Max 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439-2011	Min 95%
Butir pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619-2012	95/90
Partikal pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Max 10 %
Material lolos ayakan No. 200		SNI 03-4142-1996	Max 2 %

Sumber: Spesifikasi, Bina Marga, 2010 Revisi 3

Catatan: 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat kasar mempunyai muka bidang yang pecah satu atau lebih 90 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

## 2.6. Aspal

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap, bersifat perekat (*cementious*) yang akan melembek dan meleleh bila dipanasi. Aspal tersusun terutama dari sebagian besar bitumen yang kesemuanya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya (*ASTM, 1994*).

Bitumen (*The Asphalt Institute, 1993*) adalah suatu campuran dari senyawa hidrokarbon yang berasal dari alam atau dari suatu proses pemanasan, atau berasal dari kedua proses tersebut, kadang-kadang disertai dengan derivatnya yang bersifat non logam, yang dapat berbentuk gas, cairan, setengah padat atau padat, dan campuran tersebut dapat larut dalam Karbondisulfida (CS<sub>2</sub>).

Aspal yang dipakai dalam konstruksi jalan mempunyai sifat fisis yang penting, antara lain: kepekatan (*consistency*), ketahanan lama atau ketahanan terhadap pelapukan oleh karena cuaca, derajat pengerasan, dan ketahanan terhadap pengaruh air.

### **2.6.1. Fungsi Aspal Dalam Campuran Laston**

Fungsi aspal dalam campuran, antara lain:

- a. Sebagai pengikat yang memberi ikatan yang kuat antara agregat dalam campuran.
- b. Sebagai pengisi, berfungsi mengisi rongga antara butir agregat dan rongga yang ada dalam agregat itu sendiri.
- c. Sebagai bahan anti air yang menyelimuti permukaan agregat, sehingga mengamankan perkerasan dari pengaruh air.

Sifat-sifat aspal yang dibutuhkan di dalam campuran beraspal yang akan mempengaruhi kinerja perkerasan beraspal adalah:

1. Kelekatan terhadap batuan aspal umumnya mempunyai daya ikat yang baik dengan agregat. Untuk mempunyai daya ikat yang kuat dengan agregat, viskositas aspal harus cukup rendah sehingga dapat membasahi permukaan agregat, makin tinggi viskositas makin sukar aspal melekat dengan agregat.
2. Viskositas, aspal dalam campuran sebagian diserap oleh rongga dalam butir agregat dan sebagian lagi menyelimuti permukaan dari butir agregat tersebut.

### **2.7. Bahan Pengikat (Aspal)**

Aspal adalah material pengikat yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat thermoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperature tertentu dan kembalikan membeku jika temperatur turun. Sifat ini dinamakan kepadatan aspal terhadap perubahan

temperatur. Kapadatan aspal terhadap temperatur dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspal. Pemeriksaan sifat ini sangat penting untuk mengetahui temperature yang baik untuk pelaksanaan jalan. Bersama dengan agregat aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyak aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 40-10 % berdasarkan berat campuran, 10-15 % berdasarkan volume campuran. (SNI 2490-2008)

Fungsi aspal sebagai material perkerasan jalan adalah:

1. Sebagai bahan pengikat: memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan agregat itu sendiri.
2. Sebagai bahan pengisi: mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada didalam butir agregat itu sendiri.

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan menjadi 2 macam:

#### 1. Aspal Alam

Aspal alam adalah aspal yang didapatkan dari suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alam diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton yang disebut dengan Asbuton merupakan batu mengandung aspal.

#### 2. Aspal Minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Hasil residu berbentuk padat, tetapi melalui pengolahan dapat pula berbentuk cair dan emulsi pada suhu ruang.

Dilihat dari bentuknya aspal minyak dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

- a. Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan.
- b. Aspal cair (*cutbeak asphalt*) adalah aspal berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan hasil dari pengulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin atau solar.
- c. Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah suatu campuran dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur

Berikut ini adalah tabel persyaratan aspal keras:

**Tabel 2.3 Persyaratan Aspal Keras**

No	Jenis Pengujian	Metoda	Persyaratan
1	Penetrasi 25 ° C, (0,1mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viskositas 60° C (Pas)	SNI O6-6441-2000	160-240
3	Viskositas 135 ° C, (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥300
4	Titik lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥48
5	Daktalitas pada 25 ° C, (cm)	SNI-2432-2011	≥ 100
6	Titik nyala; ° C	SNI -2433-2011	≥ 232
7	Kelarutan dalam Toluene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
8	Berat jenis	SNI-2441-2011	≥ 1,0
9	Satbilas Penyimpanan (°C)	ASTM D5976 part61	-
<b>Pengujian Residu hasil TFOT atau RTFOT:</b>			
10	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0.8
11	Viskositas 60° C (Pas)	SNI 03-6441-2000	≥800
12	Penetrasi pada 25 ° C (%)	SNI 06-2456-1991	≥54
13	Daktalitas pada 25 ° C, (cm)	SNI 2434-2011	≥100
13	Keelastisan setelah Pengembalian (%)	AASHTO T 301-98	-

Sumber: Spesifikasi, Bina Marga, 2010 ( Revisi 3 )

## **2.8. Sifat dan Fungsi Lapis Aspal Beton (Laston)**

(Sukirman, S.,2003)., Lapis Aspal Beton (*LASTON*) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras, agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, dipadatkan dalam keadaan panas.

1. Tujuan Laston adalah:
  - a. Untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara yang terdapat pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya.
  - b. Sebagi lapisan permukaan, laston harus dapat memberi kenyamanan dan keamanan tingkat tinggi.
  - c. Laston dibuat melalui proses penyiapan bahan, pencampuran, pengangkutan, penghamparan serta pemadatan yang benar terkendali sehingga dapat diperoleh lapisan yang memenuhi syarat.

2. Fungsi Laston yaitu
  - a. Sebagai pendukung beban lalu lintas
  - b. Sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca
  - c. Sebagai lapis aus
  - d. Menyediakan permukaan jalan yang rata
3. Sifat Laston yaitu
  - a. Tahan terhadap kerusakan akibat beban lalu lintas
  - b. Kedap air
  - c. Mempunyai nilai strutural yang tinggi
  - d. Mempunyai stabilitas yang tinggi
  - e. Peka terhadap penyimpangan perencanaan perkerasan

### 2.9. Metode Rancangan Agregat Gabungan

Agregat gabungan adalah gabungan antara beberapa fraksi agregat dengan presentase tertentu untuk mendapatkan gradasi yang sesuai dengan spesifikasi. Agregat gabungan untuk campuran aspal ditunjukan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*Restriction Zone*) yang diberikan dalam tabel 2.4 Gradasi Agregat Gabungan. Untuk memperoleh gradasi agregat yang sesuai dengan spesifikasi agregat, maka kombinasi agregat dapat ditentukan dari dua atau lebih fraksi agregat, yang penggabungannya dapat dilakukan dengan cara analitis atau grafis. Dalam penelitian ini digunakan metode analitis.

Rancangan agregat campuran dengan metode analitis dapat di tunjukkan dalam rumus dasar dari proses pencampuran dua, tiga atau lebih fraksi agregat di bawah ini: (*Mengacu pada SNI 03-1968-1990*)

$$P = aA + bB + cC \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan:

P = persen lolos saringan dengan bukaan d mm yang di inginkan, diperoleh dari spesifikasi campuran

A = persen lolos saringan fraksi agregat A untuk bukaan d mm.

B = persen lolos saringan fraksi agregat B untuk bukaan d mm.

C = persen lolos saringan fraksi agregat C untuk bukaan d mm.

a = proporsi dari fraksi agregat A.

b = proporsi dari fraksi agregat B.

C = proporsi dari fraksi agregat C.

( a + b + c ) = 1 atau 100%

Nilai a, b, c diperoleh dengan “*Trial and error* “, karena perhitungan P yang dilakukan untuk satu ukuran saringan belum tentu secara keseluruhan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran. Proporsi yang terbaik adalah proporsi yang dapat menghasilkan agregat campuran bergradasi mendekati gradasi tengah rentang spesifikasi.

Berikut ini adalah tabel gradasi agregat untuk campuran aspal :

**Tabel 2.4 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal**

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran		
	Laston ( AC-WC )		
	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
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, Bina Marga, 2010 Revisi 3

## 2.10. Formula Campuran Rencana (FCR)

Perkiraan pertama kadar aspal rencana dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + \text{konstanta} \dots \dots \dots 2.2$$

- P<sub>b</sub> = perkiraan kadar aspal rencana awal.
- CA = Agregat kasar.
- FA = Agregat halus.
- FF = Bahan pengisi (filler).
- Konstanta = 0,5 sampai 1 untuk Laston.

## 2.11. Rumus-Rumus Untuk Campuran Beraspal

Tata cara penentuan kepadatan mutlak campuran beraspal dimaksudkan untuk mengetahui nilai kepadatan tertinggi di laboratorium, dengan menggunakan salah satu cara yaitu dengan pemadatan getar listrik, atau dengan cetakan dan penumbuk marshall.

Rumus-rumus yang digunakan adalahh sebagai berikut:

### 1. Pemeriksaan berat jenis penyerapan agregat kasar (*SK SNI M-08-1986*)

#### a. Berat jenis kering (*Bulk Spesifikasi Gravity*)

$$= \frac{(Bk)}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots 2.3$$

#### b. Berat jenis kering permukaan jenuh atau SSD (*Saturated Surface Dry*)

$$= \frac{Bj}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots 2.4$$

#### c. Berat jenis semu (*Apparent Spesific Gravity*)

$$= \frac{(Bk)}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots 2.5$$

#### d. Penyerapan (*Absorption*)

$$= \frac{(Bj - Bk)}{(Bk)} \times 100\% \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan:

Bk = Berat uji kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

### 2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

#### a. Berat jenis

$$= \frac{(Bk)}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots 2.7$$



b. Berat jenis permukaan

$$= \frac{500}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots 2.8$$

c. Berat jenis semu

$$= \frac{(Bk)}{(B + Bk - Bt)} \dots\dots\dots 2.9$$

d. Penyerapan

$$= \frac{(500 - Bt)}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots 2.10$$

3. Pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan:

a = berat benda uji awal (gram)

b = berat benda uji tertahan saringan No. 12 (gram)

4. Berat Jenis Agregat Bulk

$$\text{Gab} = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \frac{P3}{G3} \dots\dots + \frac{Pn}{Gn}} \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan:

Gab = Berat jenis bulk total

P1,P2,P3 = Presentase masing-masing fraksi agregat (%)

G1,G2,G3= Berat jenis masing-masing fraksi agregat

5. Berat jenis Efektif Agregats

$$\text{Gse} = \frac{\frac{Pmm - Pb}{Pmm} - \frac{Pb}{Gb}}{\frac{Pmm - Pb}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots 2.13$$

Keterangan:

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara

- Pmm = Persen berat total campuran (=100)  
 Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum yang di uji dengan ASTM 2041, persentertahan berat total campuran (%)  
 Gb = Berat jenis aspal

6. Berat jenis Maksimum Dengan Aspal Berbeda

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots 2.14$$

Keterangan:

- Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

7. Penyerapan Aspal

$$Pba = 100 \times \frac{Gse - Gsb}{Gsb \cdot Gse} \times Gb \dots\dots\dots 2.15$$

Keterangan:

- Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat (%)  
 Gsb = Berat jenis bulk agregat

8. Kadar Aspal Efektif

$$Pbe = pb - \frac{Pba}{100} \times Ps \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan:

- Pbe = Kadar aspal efektif. Persen total campuran (%)

9. Rongga Diantara Mineral Agregat

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{(100 + Pb)} \times 100 \dots\dots\dots 2.17$$

Keterangan:

- VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk (%)  
 Gmb = Berat jenis bulk campuran padat (AASTHO T-166)

10. Rongga di Dalam Campuran / Void In Mix (VIM)

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \dots\dots\dots 2.18$$

Keterangan:

- Va = Rongga udara campuran, persen total campuran (%)

## 11. Rongga Terisi Aspal

$$VFA = \frac{100(VMA - Va)}{VMA} \dots\dots\dots 2.19$$

Keterangan:

VFA = Rongga Terisi aspal

## 2.12. Karakteristik Umum Campuran Beraspal

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal panas adalah stabilitas, fleksibilitas, ketahanan kelelahan, tahanan geser dan kemudahan pekerjaan.

### 2.12.1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur, dan bleeding (*Silvia Sukirman, Beton Aspal campuran Panas 2003*). Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut.

Campuran aspal yang mempunyai stabilitas yang cukup, pada penampilannya mampu menahan dorongan akibat pengeraman (*shoving*) tanpa menimbulkan alur bekas noda kendaraan atau lendutan jalan (*ruting*) dan tetap menjaga bentuk dan kerekatan permukaannya. Oleh sebab itu nilai stabilitas yang diperlukan selalu harus dikaitkan dengan beban lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut. Nilai stabilitas terlalu tinggi berakibat campuran terlalu kaku (*stiff*) dan dapat mengalami retak. Disamping itu volume antara agregat (*VMA*) kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran butir, penguncian antara partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan:

1. Agregat dengan gradasi yang rapat
2. Agregat dengan permukaan yang kasar
3. Agregat berbentuk kasar
4. Aspal dengan penetrasi rendah
5. Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Agregat bergradasi baik, bergradasi rapat dapat memberikan VMA yang kecil, keadaan ini menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. VMA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas yang menyebabkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan lapis tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (*karena VMA kecil*) dan juga menghasilkan rongga antar campuran (*VIM*) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang dinamakan *bleding*. (*less durable*), sedangkan stabilitas yang akan melewatinya, menyebabkan permukaan perkerasan mengalami *Shoving dan Ruting*. Nilai stabilitas campuran akan berubah sebagaimana perubahan temperature yang terjadi, oleh sebab itu perlu ada standar temperature uji yang dipakai.

### **2.12.2. Kelenturan (*Fleksibilitas*)**

Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi*) pergerakan yang terjadi pada pondasi atau tanah dasar tanpa menimbulkan retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. (*Silvia Sukirman 2003*)

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan:

1. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
2. Penggunaan aspal lunak (*aspal dengan penetrasi tinggi*)
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil. Fleksibilitas dapat diingatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dan kadar aspal yang tinggi.

### **2.12.3. Keawetan atau Daya Tahan (*Durabilitas*)**

Durabilitas atau keawetan dari suatu perkerasan lentur merupakan kemampuan untuk menahan keausan akibat pengaruh suhu, cuaca, air ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan parameter durabilitas adalah VIM (*Void In Mix*) dan VMA (*Void In Minearl Agregate*)

Daya tahan suatu lapisan perkerasan terhadap keausan (desintegrasi) akibat beban lalu-lintas dan pengaruh perubahan cuaca, dengan mengalami pelepasan *film* aspal dari butiran agregat. Perubahan cuaca dapat mengakibatkan penuan aspal, yang antara lain meliputi oksidasi dan penguapan fraksi ringan aspal. Faktor-faktor yang dapat meningkatkan durabilitas campuran agregat aspal adalah kadar aspal tinggi, gradasi agregat rapat, pemadatan sempurna, campuran agregat aspal kadar air, serta batuan penyusun lapisan perkerasan harus cukup keras.

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. (Silvia Sukirman 2003)

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton:

1. Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal akan menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi bleeding menjadi tinggi.
2. VIM kecil sehingga lapisan kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang mengakibatkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.
3. VMA besar, sehingga film aspal dibuat besar. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya bleeding itu besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.

#### **2.12.4. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistanca*)**

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. (Silvia Sukirman 2003)

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

1. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
2. VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

### **2.12.5. Tahanan Geser (*Skid Resistance*)**

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami selip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan. *(Silvia Sukirman 2003)*

Tahan geser tinggi apabila:

1. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding.
2. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
3. Penggunaan agregat berbentuk kubus.
4. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

### **2.12.6. Kemudahan Pekerjaan (*Workability*)**

Kemudahan pekerjaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *(Silvia Sukirman 2003)*

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah:

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat temoplastis.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi mengakibatkan pelaksanaan yang lebih sukar.

### **2.12.7. Gambaran Umum Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Parameter Marshall**

Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter marshall adalah: *( Mengacu pada SNI 06-2489-1990)*

1. Stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah sampai mencapai nilai maksimum dan setelah itu stabilitas akan menurun.
2. Kelelahan atau flow akan terus meningkat, dengan meningkatnya kadar aspal.
3. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.

4. Lengkung VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum.
5. Lengkung VMA akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal.
6. Lengkung VFA akan bertambah dengan bertambahnya kadar aspal, karena dalam hal ini VMA makin banyak terisi oleh aspal.

### **2.13. Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peralatan pengujian campuran baraspal dengan alat tumbuk marshall, sesuai dengan *SNI 06-2489-1990*
2. Peralatan penentuan kepadatan mutlak dengan alat tumbuk marshall, sesuai dengan *SNI 03-6757-2002*.