

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan beberapa referensi yang berhubungan dengan obyek pembahasan. Penggunaan referensi ditujukan untuk memberikan batasan-batasan sistem yang nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut, dengan mengacu kepada referensi yang digunakan diharapkan pengembangan sistem nanti dapat melahirkan suatu sistem baru yang belum ada pada referensi sebelumnya.

W. Ritonga, Irfandi (2016), melakukan penelitian pengaruh karet alam siklik (*cyclic natural rubber*) terhadap rongga aspal modifikasi Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karet alam siklik terhadap rongga aspal modifikasi. Tahapan penelitian meliputi pembuatan aspal modifikasi dengan menyampur aspal murni dengan karet alam siklik, pengujian persyaratan fisik aspal, pembuatan benda uji dan pengujian marshall. Berdasarkan pengujian sifat fisik aspal diperoleh data bahwa keseluruhan aspal modifikasi memenuhi persyaratan fisik aspal. Setelah pembuatan benda uji, dilakukan pengujian marshall untuk memperoleh rongga aspal meliputi VIM, VMA dan VFA. Nilai VIM pada penambahan 0 persen, 1 persen, 2 persen, 3 persen, dan 4 persen adalah 3,65%, 5,41%, 4,27%, 3,84%, dan 2,88%. Nilai VMA sebesar 15,52%, 17,26%, 16,07%, 15,80%, dan 15,17%. Nilai VFA sebesar 76,48%, 68,72%, 73,54%, 75,76%, dan 81,34%. Diperoleh kesimpulan bahwa karet alam siklik bisa dijadikan sebagai bahan memodifikasi aspal dan berpengaruh terhadap rongga aspal.

Mirka Pataras, Ratna Dewi, Ahmad Dicky Prasetya dan Friko Denu Bazidno (2017), mempelajari pemanfaatan karet mentah pada flexible pavement laston AC-WC dan laston HRS-WC. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan lateks pada aspal dengan persentase 5%, 10%, 15% didalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pada campuran aspal menggunakan bahan karet 5% memiliki nilai stabilitas (2449,32 kg) dan *flow* (4,00mm) paling tinggi diantara campuran aspal yang lain.

Riky Pradana Trisilvana, Prayuda Krisna S, Ludfi Djakfar, Hendi

Bowoputro (2018), mempelajari pengaruh penambahan bahan alami lateks terhadap kinerja marshall aspal beton. Dalam penelitiannya dilakukan dengan menggunakan kadar aspal 4%, 5%, 6%, dan 7% dari berat benda uji. Dan kadar lateks 0%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6% dimana kadar lateks 0% masing varian dibuat 3 benda uji. Hasil uji kinerja karakteristik marshall yang optimum didapat kadar aspal 4% dan kadar lateks 2% dengan suhu perendaman 60 'C dengan waktu perendaman selama 30 menit. Hasil yang didapatkan dari nilai stabilitas 616,39 kg, nilai Flow (kelelahan) 3mm, nilai VIM (*Void In Mix*) 21,5%, dan nilai *Marshall Quotient* (MQ) 212,8 kg/mm.

Ajun Tri Setyoko dan Reza Lukiawan (2019) , melakukan penelitian untuk menyelidiki pengembangan standarisasi karet alam sebagai bahan baku aspal karet dan produk aspal karet. Salah satu upaya peningkatan serapan karet alam dalam negeri dan meningkatkan nilai tambah adalah dengan memproduksi aspal berkaret. Untuk kegiatan proses persiapan dan pengolahan bahan baku karet alam sebagaipenguat aspal jalan raya sangat perlu dilakukan studi kelayakan teknis antara lain menyiapkan standar mutu untuk keamanan penggunaan karet sebagai campuran aspal dan juga produk aspal itu sendiri. Pada penelitian ini sudah dilakukan analisis parameter bahan baku karet dan aspal karet dalam rangka pengembangan standar. Hasil diskusi dengan beberapa narasumber dan penelusuran beberapa penelitian, terdapat beberapa bahan baku karet yang digunakan sebagai campuran aspal, yaitu: Karet Spesifikasi Teknis (karet SIR 20 dan crumb rubber), Lateks, Limbah karet ban bekas, Karet alam siklik (*Cyclic Natural Rubber*), Lateks pra-vulkanisasi, *Masterbatch* dan Serbuk Karet Alam Teraktivasi (SKAT). Penelitian ini mengusulkan perlu dirumuskan SNI mutu karet alam yang digunakan sebagai bahan baku campuran aspal karet dengan mengacu ke parameter-parameter pada SNI 1903:2017, ASTM D6114 dan Spesifikasi Lateks Pra-vulkanisasi hasil penelitian Pusat Penelitian Karet Bogor. Penelitian ini juga mengusulkan SNI mutu aspal karet dengan mengacu ke standar Internasional ASTM D1194-97 tentang *Standard Spesification for Asphalt-Rubber Binder* dan SNI 6749:2008 tentang spesifikasi lapis tipis aspal pasir (Latasir)

## 2.2 Perkerasan Jalan

Pengertian perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik kearah horisontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ketanah dasar (*Subgrade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan. Lapis perkerasan suatu jalan terdiri dari satu ataupun beberapa lapis material batuan dan bahan ikat. Bahan batuan dapat terdiri dari berbagai fraksi batuan yang direncanakan sedemikian sehingga memenuhi persyaratan yang dituntut. Menurut Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

### 2.2.1 Jenis Konstruksi Perkerasan

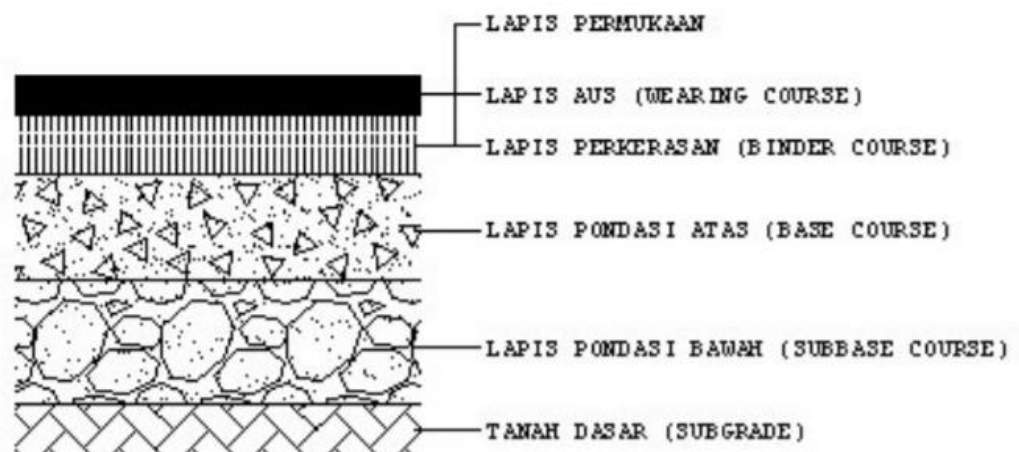
Berdasarkan Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan lentur terbuat dari bahan batuan dari berbagai fraksi membentuk gradasi batuan yang sesuai dengan persyaratan dan diikat oleh bahan pengikat aspal. Perkerasan lentur umumnya mempunyai kelenturan yang cukup tinggi kalau dibandingkan dengan lapis keras kaku, sehingga sangat baik digunakan pada konstruksi Jalan yang mengalami lendutan yang relatif besar akibat beban lalu lintas.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

- Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

### 2.2.2 Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utamanya dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke dasar tanah. Struktur perkerasan jalan lentur dibuat secara berlapis dan terdiri atas lapisan permukaan (*surface course*) yaitu lapisan aus dan lapis antara. Lapisan dibawahnya ialah lapisan pondasi yang terdiri dari lapisan pondasi atas (*base course*) dan pondasi bawah (*subbase course*). Lapisan ini diletakkan di atas tanah dasar yang dipadatkan (*subgrade*). Masing-masing elemen lapisan di atas termasuk tanah dasar secara bersama-sama memikul beban lalu lintas. Tebal struktur perkerasan dibuat sedemikian rupa sampai batas kemampuan tanah dasar memikul beban lalu lintas, atau dapat dikatakan tebal struktur perkerasan sangat tergantung pada kondisi atau daya dukung tanah dasar.



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur  
(Sumber: Sukirman (2003))

Struktur perkerasan lentur terdiri dari :

1. Elemen Tanah dasar (*sub-grade*) Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai tanah dasar pendukung badan jalan secara baik, karena harus dipertimbangkan beberapa sifat yang penting untuk kepentingan struktur jalan, seperti: daya dukung dan kestabilan tanah yang cukup, komposisi dan gradasi butiran tanah, sifat kembang susut tanah, kemudahan untuk dipadatkan, kemudahan meluluskan air (*drainase*), plastisitas dari tanah, sifat ekspansif tanah dan lain-lain. Pemilihan jenis tanah yang dapat dijadikan tanah dasar melalui penyelidikan tanah menjadi penting karena tanah dasar akan sangat menentukan tebal lapis perkerasan di atasnya, sifat fisik perkerasan di kemudian hari dan kelakuan perkerasan seperti deformasi permukaan, dan sebagainya.
2. Elemen Lapis Pondasi Bawah (*sub-base course*) Lapis pondasi bawah (*sub-base*) adalah suatu lapisan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar.

Lapis pondasi bawah dibuat di atas tanah dasar yang berfungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Menjaga efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisanlapisan 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.

Bermacam-macam material setempat ( $CBR > 20 \%$ ,  $PI < 10 \%$ ) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.

Jenis lapis pondasi bawah yang sering dilaksanakan, diantaranya adalah :

- a. Pondasi bawah yang menggunakan batu pecah, dengan balas pasir.
- b. Pondasi bawah yang menggunakan sirtu yang mengandung sedikit tanah.

- c. Pondasi bawah yang menggunakan tanah pasir.
  - d. Pondasi bawah yang menggunakan agregat.
  - e. Pondasi bawah yang menggunakan material ATSB (*Asphalt Treated Sub-Base*) atau disebut Laston Bawah (Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah).
  - f. Pondasi bawah yang menggunakan stabilisasi tanah.
3. Elemen Lapis Pondasi Atas (*base course*) Lapis Pondasi Atas (LPA) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (*sub-base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang mendukung lapis permukaan dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya dan menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis pondasi bawah, kemudian ke lapis tanah dasar.

Lapis pondasi atas dibuat di atas lapis pondasi bawah yang berfungsi di antaranya:

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.
- c. Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapis pondasi bawah.

Ber macam-macam bahan alam/bahan setempat ( $CBR > 50\%$ ,  $PI < 4\%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi atas, antara lain: batu pecah, kerikil pecah, dan/atau stabilisasi tanah dengan semen atau kapur. Secara umum dapat berupa:

4. Elemen Lapis Permukaan (*surface course*)

Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapis kedap air, yaitu lapisan yang melindungi lapisan di bawahnya dari resapan air yang jatuh di atas permukaan perkerasan.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*) yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah campuran bahan agregat dan aspal, dengan persyaratan bahan yang memenuhi standar. Penggunaan bahan aspal diperlukan sebagai bahan pengikat agregat dan agar lapisan dapat bersifat

kedap air, di samping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

Adapun jenis lapisan permukaan (*surface course*) yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

1. Lapisan bersifat nonstruktural, yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air yang meliputi:
  - a. Burtu (laburan aspal satu lapis).

Burtu merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
  - b. Burda (lapisan aspal dua lapis).

Burda merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi agregat, yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal maksimum 3,5 cm.
  - c. Latsir (lapis tipis aspal pasir).

Latsir merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus, dicampur dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat maksimum 1-2 cm.
  - d. Buras (laburan aspal).

Buras merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
  - e. Latabum (lapis tipis asbuton murni).

Latabum merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur dalam keadaan dingin dengan ketebalan maksimum 1 cm.
  - f. Lataston (lapis tipis aspal beton).

Lataston dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet* (HRS) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang/senjang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu panas dengan tebal padat maksimum 2,5-3 cm.

2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.

Macam-macam lapisan permukaan sebagai berikut :

- a. Penetrasi Macadam (lapen).

Penetrasi Macadam merupakan lapis perkerasan yang terdiri atas agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dengan ketebalan maksimum 4-10 cm.

- b. Lasbutag.

Lasbutag merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri atas campuran agregat asbuton dan bahan pelunak yang dihampar dan dipadatkan dalam keadaan dingin dengan ketebalan padat pada tiap lapisan antara 3-5 cm.

- c. Laston (lapis aspal beton).

Laston merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri atas campuran aspal keras dan agregat bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu panas.

- d. Campuran Emulsi bergradasi rapat (CEBR) dan campuran emulsi bergradasi terbuka (CEBT). 10

5. Lapis Resap Pengikat (*prime coat*)

Lapis resap pengikat merupakan bagian dari struktur perkerasan lentur yang tidak mempunyai nilai struktur akan tetapi mempunyai fungsi yang sangat besar terhadap kekuatan dan keawetan struktur terutama untuk menahan gaya lateral atau gaya rem.

Lapis resap pengikat dilaburkan diantara lapisan material tidak beraspal dengan lapisan beraspal yang berfungsi untuk menyelimuti permukaan lapisan tidak beraspal. 6. Lapis Perekat (*tack coat*) Sama halnya dengan lapis resap pengikat, lapis perekat dilaburkan diantara lapis beraspal lama dengan lapis beraspal yang baru (yang akan dihampar di atasnya), yang berfungsi sebagai perekat diantaranya.



## 2.3 Karakteristik Material

Pada penelitian ini, terdapat 4 (empat) jenis bahan utama yang digunakan yakni agregat kasar, agregat halus, lateks dan aspal.

### 2.3.1 Agregat

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan solid. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat 75% - 85 % agregat berdasarkan persentase volume (Sukirman, 1999). Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor 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 (Kerbs Walker, 1971).

## 2.4 Klasifikasi Agregat Berdasarkan Proses Terjadinya

Menurut Silvia Sukirman (1999), Klasifikasi agregat berdasarkan asal kejadiannya dapat dibedakan atas batuan beku (*igneous rock*, batuan sedimen, dan batuan metamorf batuan malihan).

### 1. Batuan beku

Satuan beku berbentuk dari membekunya magma cair yang terd pada permukaan pada saat gunung berapi meletus. Batuan beku ini dibedakan menjadi dua, yaitu :

- a. Batuan beku luar (*extrusive igneous rock*), berasal dari material yang keluar dari bumi saat gunung meletus kemudian akibat dari pengaruh cuaca mengalami pendinginan dan membeku. Pada umumnya batuan beku jenis ini berbutir halus, contoh batuan jenis ini adalah *rhyolite*, andesit dan basalt.
- b. Batuan beku dalam (*intrusive igneous rock*), berasal dari magma yang tidak dapat keluar dari bumi kemudian mengalami pendinginan dan membeku

secara perlahan. Pada umumnya batuan beku jenis ini bertekstur kasar dan dapat ditemui di permukaan bumi karena proses erosi dan gerakan bumi, contoh batuan jenis ini adalah granit, gabbro, dan diorit.

## 2. Batuan sedimen

Batuan sedimen berasal dari campuran mineral, sisa-sisa hewan, dan tanaman. Batuan jenis ini terdapat pada lapisan kulit bumi, hasil endapan di danau, laut, dan sebagainya. Berdasarkan cara pembentukannya batuan sedimen dapat dibedakan atas:

- a. Batuan sedimen yang dibentuk secara mekanik, seperti breksi, konglomerat, batu pasir, dan batu lempung. Batuan jenis ini banyak mengandung silika.
- b. Batuan sedimen yang dibentuk secara organis, seperti batu bara, dan opal.
- c. Batuan sedimen yang dibentuk secara kimiawi, seperti batu gamping, garam, gift, dan flint.

## 3. Batuan metamorf

Batuan ini umumnya berasal dari batuan sedimen ataupun batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekana temperatur kulit bumi, contoh batuan jenis ini adalah marmer, kwarsit, dan batuan metamorf yang berlapis, seperti batu sabak, filit dan sekis.

### 2.5 Klasifikasi Agregat Berdasarkan Proses Pengolahannya

Menurut *The Asphalt Institute* (1983) dan Silvia Sukirman (1999), berdasarkan proses pengolahannya, agregat dapat dibedakan menjadi agregat alam, agregat yang mengalami proses pengolahan, dan agregat buatan.

#### 1. Agregat alam

Agregat alam merupakan agregat yang diambil dari alam dengan sedikit proses pengolahan. Agregat alam terbentuk melalui proses erosi dan degradasi sehingga bentuk partikelnya ditentukan oleh proses pembentukannya. Agregat yang mengalami proses erosi yang diakibatkan oleh air biasanya terjadi di sungai mempunyai bentuk partikel yang bulat - bulat dengan permukaan yang licin. Agregat yang mengalami proses degradasi biasanya terjadi dibukit-bukit mempunyai bentuk partikel yang bersudut dengan permukaan yang kasar.

Agregat alam yang sering dipergunakan yaitu pasir dan kerikil. Kerikil adalah agregat dengan ukuran partikel  $> 1/4$  inch (6,35 mm) sedangkan pasir adalah agregat dengan ukuran partikel  $< 1/4$  inch tetapi lebih besar dari 0,075 mm (saringan no.200).

## 2. Agregat yang melalui proses pengolahan

Agregat yang melalui proses pengolahan merupakan agregat biasa berasal dari bukit-bukit maupun sungai yang karena bentuknya yang besar-besar melebihi ukuran yang diinginkan harus melalui proses pemecahan terlebih dahulu dengan menggunakan mesin pemecah batu (stone crusher) atau secara manual agar diperoleh:

- a) Bentuk partikel yang bersudut, diusahakan berbentuk kubus.
- b) Permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik.
- c) Gradasi sesuai yang diinginkan. Hasil dari proses pemecahan ini biasanya disebut dengan split dan mempunyai ukuran mulai dari 5 mm sampai 40 mm.

## 3. Agregat buatan

Agregat buatan adalah agregat yang diperoleh dengan memecah batuan yang masih berbentuk bongkahan - bongkahan besar. Bongkahan batuan ini dapat diperoleh di bukit - bukit (gunung-gunung) maupun di sungai. Sebelum batuan ini digunakan sebagai agregat maka batuan ini dipecah terlebih dahulu menjadi material yang lebih kecil sesuai dengan ukuran yang diinginkan menggunakan Stone Crusher. Agregat buatan mempunyai ukuran partikel  $< 0,075$  mm.

### 2.6 Klasifikasi Agregat Berdasarkan Ukuran Butirnya

Ditinjau dari ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (filler).

Agregat kasar merupakan batuan yang menurut ASTM tertahan saringan no. 8 dan menurut *British Standard* tertahan pada saringan no.7. Fungsi agregat kasar adalah untuk mengembangkan volume mortar sehingga campuran lebih ekonomis serta tahan terhadap *fatigue*. Persyaratan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Persyaratan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
	magnesium sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619:2012	95/90
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 : 5	Maks. 10%
Material lolos ayakan no. 200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3, 2010

Agregat halus merupakan batuan dengan ukuran yang lebih kecil seperti pasir, batu pecah maupun kombinasi keduanya. Menurut ASTM agregat halus lolos saringan no. 8 dan tertahan pada saringan no.200. Fungsi agregat halus adalah untuk mendukung stabilitas dengan mengisi rongga antar agregat kasar dan mengurangi deformasi serta gesekan antar partikel. Persyaratan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.2 Persyaratan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat lolos ayakan no. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3, 2010

Filler merupakan Bahan pengisi material yang berbutir halus yang dapat didefinisikan sebagai debu, menurut ASTM lolos saringan no.200. Fungsi *filler* ini adalah sebagai butiran pengisi campuran aspal beton yang mampu meningkatkan stabilitas, kerapatan campuran, serta dapat mengurangi kepekaan terhadap temperatur. Persyaratan *filler* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.3 Persyaratan *Filler*

Pengujian	Standar	Nilai
Lolos saringan N0.200	SNI 03 M-02-1994-03	Min 75%

*Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3, 2010*

Menurut American *Society for Testing and Material* (ASTM):

1. Agregat kasar, mempunyai ukuran  $> 4,75$  mm (saringanNo.4).
2. Agregat halus, mempunyai ukuran  $< 4,75$  mm(saringanNo.4).
3. Abu batu/mineral filler merupakan agregat halus yang lolos saringan No. 200.

Menurut AASHTO:

1. Agregat kasar, mempunyai ukuran  $> 2$ mm. Agregat halus, mempunyai ukuran  $< 2$  mm dan  $>0,075$ .
2. Agregat halus, mempunyai ukuran  $< 2$  mm dan  $>0,075$ .
3. Abu batu/mineral *filler* merupakan agregat halus yang lolos saringan No. 200.

Menurut Spesifikasi Campuran Beraspal Panas DPU (2010) Rev.2, agregat juga dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Agregat kasar, agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.4 (4,75mm)
2. Agregat halus, agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No (4,75 mm)
3. Bahan pengisi (*filler*), bagian dari agregat halus yang minimum 85% lolos saringan No.200 (0,075 mm), non-plastis, tidak mengandung bahan organik, tidak menggumpal, kadar air maksimum 1%.

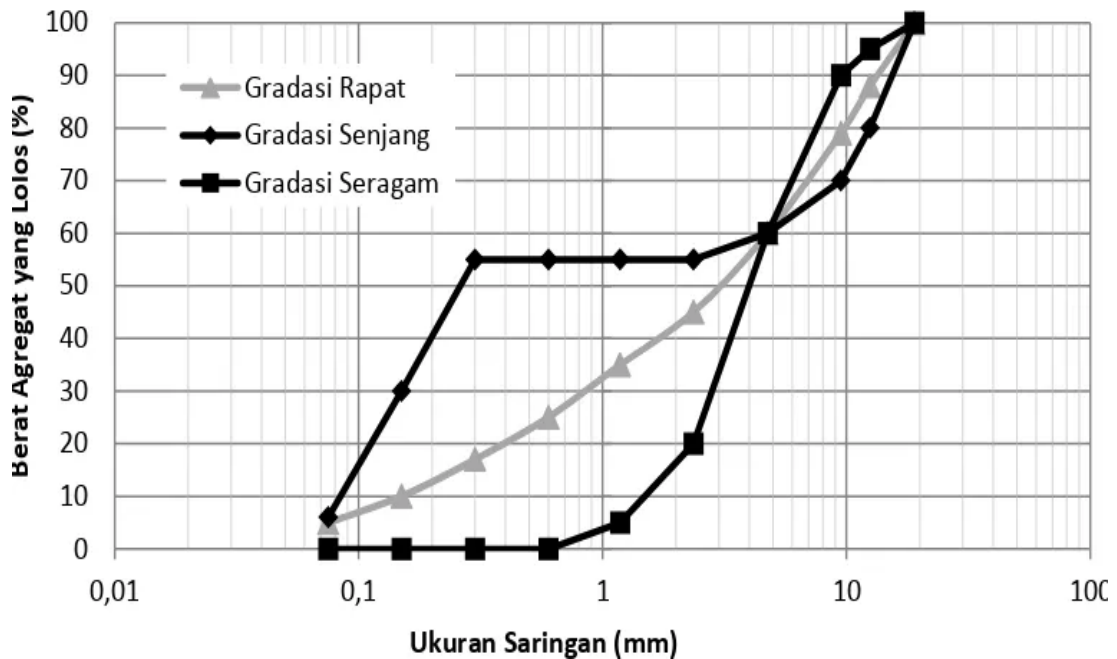
## 2.7 Sifat Agregat

Adapun sifat-sifat agregat yang perlu diperiksa antara lain (Sukirman, S. 2003):

## 1. Gradasi

Gradasi mempengaruhi rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisis.

Gradasi agregat dapat dilakukan atas :



Gambar 2.2 Contoh tipikal macam-macam gradasi agregat  
(Sumber : Silvia Sukirman (2003))

- Gradasi seragam (*Uniform Graded*) atau Gradasi terbuka adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus, sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.
- Gradasi Rapat (*Dense Graded*) atau Gradasi Baik (*Well Graded*) merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang dan akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi.
- Gradasi Buruk (*Poorly Graded*) atau Gradasi senjang Adalah campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori diatas. Agregat bergradasi buruk

yang umum digunakan yaitu gradasi celah (*gap graded*) yang merupakan campuran agregat dengan satu fraksi sedikit sekali.

## 2. Ukuran maksimum agregat

Ukuran maksimum agregat adalah satu saringan atau ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum, dapat dinyatakan dengan mempergunakan :

### a) Ukuran Maksimum Agregat

Menunjukkan ukuran saringan terkecil bilamana agregat yang lolos saringan tersebut sebanyak 100%

### b) Ukuran Nominal Maksimum Agregat

Menunjukkan ukuran saringan terbesar bilamana agregat tertahan tidak lebih dari 10%.

## 3. Kebersihan agregat

Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir-butir halus yang lolos saringan No.200 seperti adanya lempung, lanau, ataupun adanya tumbuh-tumbuhan pada campuran agregat.

## 4. Daya tahan agregat

Daya tahan agregat 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 jalan, pelayanan terhadap beban lalu lintas, dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan perubahan suhu sepanjang hari. Nilai keausan/degradasi >40%: agregat kurang kuat, <30%: untuk lapis penutup, <40% : untuk lapis permukaan dan lapis pondasi atas (LPA), <50%: untuk lapis pondasi bawah (LPB). Ketahanan agregat terhadap degradasi diperiksa dengan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi menggunakan alat abrasi Los Angeles, sesuai dengan SNI-2417-1991 atau AASHTO 96-87.

## 5. Bentuk dan tekstur permukaan agregat

Berdasarkan bentuknya, partikel atau butir agregat dikelompokkan menjadi berbentuk bulat, lonjong, pipih, kubus, tak beraturan.

## 6. Daya lekat terhadap aspal

Faktor yang mempengaruhi lekatan aspal dan agregat dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu :

### a) Sifat mekanis yang tergantung dari

- Pori-pori dan absorpsi
- Bentuk dan tekstur permukaan
- Ukuran butir agregat

### b) Sifat kimiawi dari agregat.

## 7. Berat jenis agregat

Dalam kaitan perencanaan campuran aspal, berat jenis adalah suatu rasio tanpa dimensi, yaitu rasio antara berat suatu benda terhadap berat air yang volumenya sama dengan benda tersebut. Sebagai standar dipergunakan air pada suhu 4°C karena pada suhu tersebut air memiliki kepadatan yang stabil. Ada beberapa jenis berat jenis agregat, yaitu :

### a) Berat jenis bulk (*bulk specific gravity*)

Bila aspal diasumsikan hanya menyelimuti agregat di bagian permukaan saja, tidak meresap ke bagian agregat yang permeable, volume yang diperhitungkan adalah :

$$\text{Bulk SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_i + V_p) \times \gamma_w} = \frac{W_s}{V_{tot} \times \gamma_w} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :  $\gamma_w$  : berat volume air = 1 gr/cc = 1 t/m<sup>3</sup>

Sehingga bulk SG adalah rasio antara berat agregat dan berat air yang volumenya =  $V_s + V_i + V_p$

### b) Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

SG ini didasarkan atas asumsi bahwa aspal ke dalam agregat dengan tingkat resapan yang sama dengan air, yaitu sampai  $V_c$  atau ke dalam seluruh  $V_p$ .

Karenanya volume yang dipertimbangkan adalah :  $V_s + V_i$

$$\text{Apparent SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_i) \times \gamma_w} \dots\dots\dots(2.2)$$

### c) Berat jenis efektif (*effective specific gravity*)

SG *Bulk* dan SG *Appareny* didasarkan atas dua kondisi ekstrem. Asumsi



yang realistis adalah bahwa aspal dapat meresap sampai ke  $(V_p - V_o)$ . Oleh karena itu SG atas asumsi ini disebut SG efektif.

$$\text{Effective SG} = \frac{WS}{(V_s + V_i + V_o) \gamma_w} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$V_p$  = Volume pori yang dapat diresapi air

$V$  = Volume total dari agregat

$V_i$  = Volume pori yang tidak dapat diresapi air

$V_s$  = Volume partikel agregat

$W_s$  = Berat kering partikel agregat

$V_w$  = Berat volume air.

## 2.8 Lateks

Lateks merupakan sistem koloid dimana partikel karet yang dilapisi oleh protein dan fosfolipid terdispersi di dalam air. Protein di lapisan luar memberikan muatan pada partikel karet. Lateks merupakan suatu dispersi butir-butir karet dalam air, dimana di dalam dispersi tersebut juga larut beberapa garam dan zat organik seperti gula dan protein (Goutara et al., 1985). Sementara itu, Triwijoso dan Siswanto (1989) mengungkapkan bahwa lateks merupakan cairan yang berwarna putih atau putih kekuning-kuningan yang terdiri atas partikel karet dan bukan karet yang terdispersi di dalam air.

Air getah (lateks) yang pada dewasa ini dipakai untuk pembuatan berbagai barang berasal dari tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). Air getah (lateks) kira-kira mengandung 25-40% bahan karet mentah (crude rubber) dan 60-75% serum (air dengan zat-zat yang melarut di dalamnya). Bahan karet mentah antara lain mengandung 90-95% karet murni, 2-3% protein, 1-2% asam-asam lemak, 0,2% gula, dan 0,5% garam-garam mineral (Loo, 1980).

Komposisi lateks *Hevea brasiliensis* dapat dilihat jika lateks disentrifugasi dengan kecepatan 18.000 rpm yang hasilnya adalah sebagai berikut :

1. Fraksi serum (48%) : Senyawaan nitrogen, asam nukleat dan nukleotida, senyawa organik, ion anorganik, dan logam.

2. Fraksi dasar (14%) : Air, protein dan senyawaan nitrogen, karet dan karotenoid, lipida dan ion logam.
3. Fraksi lateks (37%) : Karet (isopren), protein, lipida, dan ion logam. Fraksi Frey Wyssling (1-3%) : Karotenoid, lipida, air, karbohidrat dan inositol, protein dan turunannya.

Getah karet diperoleh dengan menyadap kulit batang karet dengan pisau sadap sehingga keluar getah yang disebut lateks. Lateks adalah hasil fotosintesis dalam bentuk sukrosa ditranslokasikan dari daun melalui pembuluh tapis ke dalam pembuluh lateks. Dalam pembuluh lateks terdapat enzim seperti invertase yang akan mengatur proses perombakan sukrosa untuk pembentukan karet (Manitto,1981). Molekul sukrosa melalui serangkaian proses enzimatik akan membentuk asetil asetat atau asetil CoA. Asetil CoA yang dihasilkan dari glikolisis selanjutnya melalui serangkaian reaksi enzimatik akan membentuk rantai isoprene 5- karbon yaitu isopentenil pirofosfat (IPP). IPP dengan dikatalisir oleh isopentenil difosfat isomerase membentuk Dimetilalil Pirofosfat (DMAPP). Manitto (1960) menambahkan bahwa IPP dapat mengalami isomerisasi menjadi DMAPP sehingga terjadi perubahan dari substansi yang tidak reaktif menjadi molekul reaktif. Reaksi tersebut adalah reaksi reversibel yang terdapat dalam biosintesis terpena. Suatu molekul DMAPP dapat berkondensasi secara kepala ke ekor dengan IPP menghasilkan geranil pirofosfat. Reaksi tipe ini dapat diulangi dengan jalan mereaksikan lebih lanjut produk dengan IPP. DMAPP berperan sebagai batu pondasi yang di atasnya diletakkan bata-bata penyusun bangunan yaitu IPP. Adisi serupa ini dapat berlangsung karena produk yang didapat dari adisi C5 yang berlangsung sebelumnya, mempunyai reaksifitas yang serupa DMAPP.

Seri berikutnya setiap pengulangan pada tingkat yang lebih kompleks geranil-geranil pirofosfat dapat dikonversi menjadi diterpene atau geranil-geranil pirofosfat dapat digabungkan menjadi membentuk badan 40 karbon. Pada jalur tetraterpene antara lain dihasilkan karotenoid selanjutnya setiap kepala sampai ekor dengan peran penting IPP akhirnya menghasilkan politerpenes karet.



Gambar 2.3 Penyadapan Lateks *Hevea Brasiliensis* (Barney, 1973)  
*Sumber : Pusat Penelitian Karet Sembawa (2021)*

Proses pengumpulan lateks harus memperhatikan kebersihan alat dan kemungkinan terjadinya pengotoran pada lateks. Kotoran yang sulit dihilangkan menyebabkan terjadinya prokoagulasi. Menurut Barney (1973), pembentukan asam-asam dalam lateks yang tidak diberi pengawet akan menyebabkan penggumpalan secara alami. Kontaminasi mikroorganisme dari udara, perusakan karbohidrat, protein, dan lipid dalam lateks serta aktivitas enzim tertentu memfermentasikan bagian-bagian bukan karet dalam lateks menjadi asam lemak eteris dan asam lemak bebas. Asam lemak eteris merupakan asam lemak mudah menguap. Penambahan bahan kimia pengawet seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan formalin bertujuan untuk meningkatkan kemantapan lateks. Sebagai pengawet, amonia lebih banyak dipergunakan daripada bahan kimia lain karena memiliki beberapa keunggulan. Amonia harganya lebih murah, mudah menguap, dan konsentrasinya dalam bentuk gas lebih mudah digunakan sedangkan kekurangannya yaitu bau, sensitif terhadap seng dioksida, dan konsentrasinya terus berkurang karena reaksi yang lambat dengan bahan penyusun bukan karet (Cook, 1956). Menurut (2002),

lateks *Havea* terdiri dari karet resin, protein, abu, gula dan air dengan komposisi seperti terlihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Komposisi Kimia Lateks

Jenis komponen	Komposisi(%)
Karet	30-35
Resin	0,5-1,5
Protein	1,5-2,0
Abu	0,3-0,7
Gula	0.3-0,5
Air	55-60

(Sumber : Suparto (2002))

## 2.9 Pengertian Aspal

Aspal adalah bahan alam dengan komponen kimia hidrokarbor eksplorasi dengan warna hitam bersifat plastis hingga cair, tidak larut dalam larutan asam encer dan alkali atau air, tapi larut sebagian besar dalam aether, CS<sub>2</sub> bensol dan chloroform (Saodang, 2005).

Fungsi aspal dalam perkerasan beraspal adalah sebagai bahan pengikat agar agregat tidak mudah lepas akibat lalu lintas dan lingkungan. Selain itu aspal juga berfungsi sebagai lapis kedap yang melindungi agregat dan material lain di bawahnya dari pengaruh air. Agar aspal dapat dapat berfungsi seperti yang diharapkan maka aspal diantaranya harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Aspal harus dapat melapisi agregat dan mengisi rongga antar agregat hingga perkerasan cukup rapat dan kedap air.
2. Aspal harus memberikan lapisan yang elastis sehingga perkerasan tidak mudah retak.
3. Aspal tidak peka terhadap perubahan suhu di lapangan.
4. Aspal mempunyai adhesi yang baik terhadap agregat yang dilapisi.
5. Aspal mempunyai kohesi yang baik.
6. Aspal tidak cepat rapuh atau lapuk.

7. Aspal mudah dikerjakan.
8. Aspal aman saat pengerjaan.
9. Aspal homogen dan tidak berubah selama penyimpanan.

## 2.10 Jenis Aspal

Aspal yang digunakan untuk bahan perkerasan jalan (Saodang, 2005), terdiri beberapa jenis :

### 1. Aspal Alam

Aspal alam terbentuk apabila deposit minyak mentah dalam perut bumi terdestilasi secara alami. Aspal ini bisa muncul ke permukaan bumi melalui cetakan/retakan. Apabila aspal yang muncul ke permukaan yang berupa lembah maka terbentuk deposit aspal alam yang disebut aspal danau. Sedangkan apabila aspal yang muncul ke permukaan bumi dan meresap ke dalam batuan porus akan berbentuk aspal gunung. Di Indonesia terdapat aspal alam yang disebut aspal batu buton atau asbuton. Aspal alam ini terjadi karena adanya minyak bumi yang mengalir keluar melalui retak-retak kulit bumi. Setelah minyak menguap, maka tinggal aspal yang melekat pada batuan yang dilalui.

### 2. Aspal minyak (*Petroleum Asphalt*)

Berbentuk padat atau semi - padat sebagai cikal bakal bitumen, yang diperoleh dari penirisan minyak.

#### a) Aspal keras - panas (Ashalttic - Cement, AC)

Aspal ini berbentuk padat pada temperatur ruangan. Di Indonesia aspal semen dibedakan dari nilai penetrasinya, Di Indonesia, aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu:

- 1) AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40 – 50
- 2) AC pen 60/ 70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60 – 70
- 3) AC pen 85/ 100, yaitu AC dengan penetrasi antara 85 – 100
- 4) AC pen 120/ 150, yaitu AC dengan penetrasi antara 120 – 150
- 5) AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200 – 300

Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah cuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan di tempat bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah.

b) Aspal dingin - cair (Cut-back Asphalt)

Aspal ini digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal dingin adalah campuran pabrik antara aspal panas dengan bahan pengencer dari hasil penyulingan minyak bumi. Berdasarkan bahan pengencer dan kemudahan menguap, bahan pelarutnya, aspal dingin dibedakan menjadi :

- Jenis RC (Rapid Curing) : Bahan pengencer bensin dengan RC0 sampai RC5)
- Jenis MC (Medium Curing) : bahan pengencer minyak tanah (kerosene) dengan MC0 sampai MC5.
- Jenis SC (Slow Curing) : bahan pengencer solar dengan SC0 sampai SC5.

c) Aspal emulsi (Emulsion Asphalt)

Disediakan dalam bentuk emulsi, dapat digunakan dalam keadaan dingin. Dibedakan dua jenis emulsi :

- kationik (aspal emulsi asam), emulsi bermuatan arus listrik positif.
- Anionik (aspal emulsi alkali), emulsi bermuatan arus listrik negatif.

Berdasarkan bahan emulsifier ditambah air, dibedakan :

- Tipe RS (rapid setting):RS1
- Tipe MS (medium setting):MS1 sampai MS3
- Tipe SS (slow setting): SS1

Diantara jenis aspal emulsi tersebut, yang umum dipergunakan sebagai bahan perkerasan jalan adalah aspal emulsi anionik dan kationik.

Tabel 2.5 Spesifikasi Aspal Keras pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
1	Penetrasi 25°C, 100 gr	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Titik lembek	SNI 06-2434-1991	≥ 48
3	Indeks penetrasi	-	≥ -1,0

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
4	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100
5	Titik nyala	SNI 06-2433-1991	≥ 232
6	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
7	Berat yang hilang	SNI 06-2441-1991	≥ 0,8

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal

Jenis-Jenis Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

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

## 2.11 Sifat Aspal

Aspal mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

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

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan.

### 2. Adhesi dan kohesi

Adhesi yaitu ikatan antara aspal dan agregat pada campuran aspal beton. Sifat ini di evaluasi dengan menguji spesimen dengan test stabilitas Marshall. Kohesi adalah ketahanan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

### 3. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah bahan yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak jika temperatur bertambah.

### 4. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga dilapisi aspal atau disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses pelaburan. Pada proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas. Peristiwa perapuhan terus berlangsung selama masa pelaksanaan. Jadi, selama masa pelayanan, aspal mengalami

proses oksidasi yang besar yang dipengaruhi oleh ketebalan aspal: menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi.

## 2.12 Pemeriksaan Aspal

Sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa dan aspal yang memenuhi yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat perkerasan lentur. Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras adalah sebagai berikut :

### 1. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pengujian dilaksanakan pada suhu 25°C dan kedalaman penetrasi diukur setelah beban dilepaskan selama 5 detik.

### 2. Pemeriksaan Titik Lembek (*Softening Point Test*)

Pemeriksaan titik lembek bertujuan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperatur. Suhu pada saat aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal walaupun mempunyai nilai penetrasi yang sama. Titik lembek adalah suhu rata-rata (dengan beda suhu  $< 1^{\circ}\text{C}$ ) pada saat bola aja menembus aspal karena leleh dan menyentuh plat di bawahnya (1 inch = 25,4mm). Pengujian dilaksanakan dengan alat "*Ring and Ball Apparatus*". Manfaat dari pengujian titik lembek ini adalah digunakan untuk menentukan temperatur kelelahan dari aspal.

### 3. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu pada aspal terlihat nyala singkat dipermukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Titik nyala dan bakar perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal tidak terbakar.

### 4. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus, pada suhu 25°C dan kecepatan tarik 5



cm/menit. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat yang lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.

#### 5. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air dengan air yang sama pada suhu tertentu, 25°C. Data berat jenis Aspal dipergunakan untuk perhitungan dalam perencanaan dan evaluasi sifat campuran aspal beton (perhitungan Sgmix dan porositas).

### 2.13 Karakteristik Aspal Keras

Aspal Keras dibedakan atas tingkat penetrasinya (ukuran kekentalan aspal keras), misalnya AC 60/70, AC 80/100, AC 200, AC 300. Dalam hal ini disajikan beberapa persyaratan aspal keras, antara lain : aspal keras penetrasi 60/70 pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Aspal Pen. 60-70
1	Penetrasi pada 25°C (0,01 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 06-6441-2000	160-240
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥300
4	Titik lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥48
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2434-2011	≥100
6	Titik nyala (°C)	SNI 2434-2011	≥232
7	Kelarutan dalam trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥99
8	Berat jenis	SNI 2441:2011	≥1,0
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm) (°C)		
	Pengujian Residu Hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002)		
11	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤8
12	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 06-2441-1991	≤800
13	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2441-1991	≥54
14	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	≥100
15	Keelastisan setelah pengembalian (%)	AASHTO T301-98	-

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal)

Catatan :

1. Hasil pengujian adalah untuk bahan pengikat (bitumen) yang diekstraksi dengan menggunakan metode SNI 2490:2008. Kecuali untuk pengujian kelarutan dan gradasi mineral dilaksanakan pada seluruh bahan pengikat termasuk kadar mineralnya.
2. Untuk pengujian residu aspal Tipe II dapat mengajukan metode pengujian alternatif untuk viskositas bilamana sifat-sifat elastometrik atau lainnya didapati berpengaruh terhadap akurasi pengujian penetrasi atau standar lainnya.
3. *Viscositas* diuji juga pada temperatur 100°C dan 160°C untuk tipe I, untuk tipe II pada temperatur 100°C dan 170°C.
4. Jika untuk pengujian viskositas tidak dilakukan sesuai dengan AASHTO T201-03 maka hasil pengujian harus dikonversikan ke satuan cSt.
5. Contoh bahan aspal harus diekstraksi dari benda uji sesuai dengan caa SNI 03-3640-1994 (metode soklet) atau SNI 03-6894-2002 (metode sentrifus) atau AASHTO T 164-06 (metode tungku pengapian). Jika metode sentrifus digunakan, setelah konsentrasi larutan aspal yang terekstraksi mencapai 200 mm, partikel mineral yang terkandung harus dipindahkan ke dalam suatu alat sentrifugal. Pemindahan ini dianggap memenuhi bilamana kadar abu dalam bahan aspal yang diperoleh kembali tidak melebihi 1% (dengan pengapian). Jika bahan aspal diperlukan untuk pengujian lebih lanjut maka bahan itu harus diperoleh kembali dari larutan sesuai dengan prosedur SNI 03-6894-2002.
6. Aspal Tipe I dan Tipe II harus diuji pada setiap kedatangan dan sebelum dituangkan ke tangki penyimpanan AMP untuk penetrasi pada 25oC (SNI 06-2456-1991) Tipe II juga harus diuji untuk stabilitas penyimpanan sesuai dengan ASTM D5976 part 6.1 dan dapat ditempatkan dalam tangki sementara sampai hasil pengujian tersebut diketahui. Tidak ada aspal yang boleh digunakan sampai aspal tersebut telah diuji dan disetujui.

#### **2.14 Campuran Beton Aspal**

Aspal beton (*hotmix*) adalah campuran agregat kasar, agregat hal bahan pengisi dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi bersuhu tinggi (panas) dengan

komposisi yang diatur oleh spesifikasi teknis. Aspal beton secara luas digunakan sebagai lapisan permukaan pada konstruksi jalan dengan lalu lintas berat, sedang dan ringan serta lapangan terbang dalam segala kondisi segala macam cuaca.

Campuran aspal panas adalah campuran perkerasan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan bahan pengikat aspal yang dibuat dengan perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas. Di Indonesia jenis campuran aspal panas yang lazim digunakan antara lain aspal beton, *hot rolled sheet* (HRS) dan *split mastic asphalt* (SMA). Banyak percobaan yang dilakukan untuk memodifikasi campuran aspal panas dengan bahan tambahan yang dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas perkerasan. Studi kepustakaan tentang modifikasi tersebut memberikan pengaruh terhadap karakteristik masing-masing jenis campuran aspal panas.

Hasil studi menunjukkan bahwa setiap bahan modifikator memberikan hasil yang berbeda-beda terhadap nilai karakteristik aspal panas, antara lain nilai stabilitas Marshall, *flow*, *void in mix* (VIM), *void filled bitumen* (VFB) dan *Marshall quotient*.

### **2.15 Jenis Aspal Beton**

Berdasarkan bahan yang digunakan dan kebutuhan perencanaan konstruksi jalan aspal beton dapat dibedakan dalam beberapa jenis, antara lain;

1) *Asphalt Treated Base* (ATB).

Asphalt Treated Base merupakan jenis campuran aspal beton yang digunakan sebagai lapis pondasi atas konstruksi perkerasan jalan untuk lintas berat dengan volume tinggi.

2) *Binder course* (AC-BC).

Biasanya digunakan sebagai lapis kedua sebelum wearing course.

3) *Wearing Course* (AC-WC).

Digunakan sebagai lapis permukaan dengan lalu lintas berat.

4) *Hot Rolled Sheet* (HRS).

Digunakan sebagai lapis permukaan dengan lalu lintas sedang sampai berat.

### 2.16 Kelebihan Beton Aspal (*Hotmix*)

Adapun kelebihan dari beton aspal (*Hotmix*) yaitu :

- 1) Lapis konstruksi Aspal beton tidak peka terhadap air (kedap air).
- 2) Dapat dilalui kendaraan setelah pelaksanaan penghamparan.
- 3) Memiliki sifat fleksibilitas sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna lalu lintas.
- 4) Stabilitas yang tinggi sehingga mampu menahan beban lalu lintas tanpa terjadinya deformasi.
- 5) Waktu pengerjaan yang relatif lebih singkat.
- 6) Tahan terhadap gesekan lalu lintas dan cuaca.
- 7) Pemeliharaan yang relatif mudah dan murah.



Gambar 2.4 Bentuk permukaan aspal padat

Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Asphalt.jpg>

### 2.17 Gradasi Agregat Campuran Beton Aspal

Pada umumnya agregat yang tersedia di lapangan, baik hasil produksi mesin pemecah batu maupun sebagaimana bentuk dan ukurannya di alam belum memenuhi gradasi sebagaimana disyaratkan didalam spesifikasi pekejaan. Untuk itu diperlukan pencampuran dari berbagai ukuran agregat seperti yang tersedia di

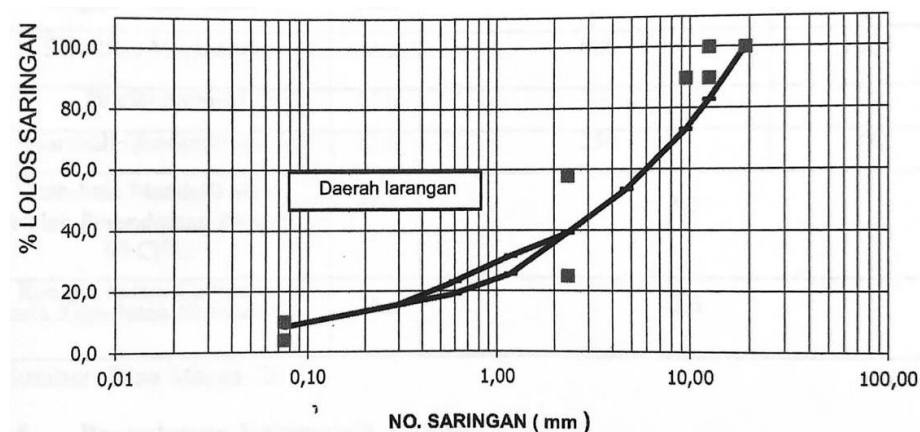
lapangan. Adapun syarat gradasi - gradasi agregat untuk campuran aspal beton pada Tabel 2.3.

Penggunaan aspal beton biasanya digunakan untuk lalu lintas sedang karena memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg dengan 2x75 tumbukan, sehingga aspal beton cukup optimal digunakan untuk lalu lintas tinggi dikarenakan mampu menahan beban diatas 800 kg.

Tabel 2.7 Gradasi Agregat Campuran Aspal Beton (AC-WC)

Ukuran saringan		Daerah Larangan			Titik Kontrol
(Inc)	(mm)				
1,5"	38,10				
1"	25,40				
3/4"	19,00				100
1/2"	12,50				90 - 100
3/8"	9,51				MAX 90
#4	4,75				-
#8	2,36	39,1	-	39,1	25 - 58
#16	1,18	25,6	-	31,6	-
#30	0,60	19,1	-	23,1	-
#50	0,30	15,5	-	15,5	-
#200	0,08				4 - 10

Sumber : Dokumen Pengadaan Spesifikasi Umum JASA MARGA 2013



Gambar 2.5 Grafik Pembagian Butir Agregat Campuran Aspal Beton (AC-WC)

Sumber : Dokumen Pengadaan Spesifikasi Umum JASA MARGA 2013

## 2.18 Spesifikasi Campuran Beton Aspal

Kinerja beton aspal diperoleh melalui hasil pengujian karakteristik campuran beraspal. Spesifikasi untuk Beton Aspal diabatasi pada nilai-nilai sebagai berikut :

Tabel 2.8 Sifat-sifat Campuran (AC-WC)

Sifat-sifat Campuran		Laston					
		AC-WC		AC-BC		AC- Base	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif(%)	Min	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal(%)	Maks	1,2					
Jumlah tumbukkan perBidang	Min	75				112	
Rongga dalam campuran(%)	Maks	3,5					
	Min	5,0					
Rongga dalam agregat(%)	Min	15		14		13	
Rongga terisi aspal(%)	Min	65		63		60	
Stabilitas Marshall(kg)	Min	800				1800	
Pelelehan(mm)	Min	3,0				4,5	
Marshall Quotient(kg/mm)	Min	250				300	
Stabilitas Marshall Sisa setelah Perendaman 24 jam 60°C(%)	Min	90					
Rongga dalam campuran pada kecepatan Membal(%)	Min	2,5					

(Sumber : Bina Marga, 2010)

## 2.19 Pengukuran Volumetrik Sampel

Karakteristik campuran aspal beton yang dimaksud adalah volume benda uji campuran setelah dipadatkan. Dasar analisis perhitungan yang digunakan terdapat dalam metode Marshall mengacu pada SNI 06-2489-1991. Kinerja aspal beton sangat ditentukan oleh volumetrik campuran aspal beton padat itu sendiri.

Adapun persamaan - persamaan untuk menganalisis campuran beraspal panas, adalah :

### 1. Berat Jenis Bulk Beton Aspal Padat (Gmb)

Berat jenis Bulk dari Beton Aspal Padat (Gmb) dapat diukur dengan mempergunakan hukum Archimedes, yaitu:

$$G_{mb} = \frac{\text{berat benda uji kering}}{\text{berat benda uji kering permukaan jenuh} - \text{berat benda uji dalam air}} \quad (2.4)$$

2. Berat Jenis Maksimum Beton Aspal yang Belum Dipadatkan ( $G_{mm}$ )

Berat jenis maksimum dari campuran beton aspal yang belum dipadatkan ( $G_{mm}$ ) adalah berat jenis campuran beton aspal tanpa ada udara, yang diperoleh dari pemeriksaan di laboratorium yang dirumuskan :

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$G_{mm}$  : Berat jenis maksimum campuran

$P_b$  : Jumlah aspal, % terhadap total berat campuran

$P_s$  : Jumlah agregat, % terhadap total berat campuran

$G_b$  : Berat jenis aspal

$G_{se}$  : Berat jenis efektif agregat

3. Perhitungan Jumlah Kadar Aspal yang Terserap

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} - G_{se}} G_b \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$P_{ba}$  : Aspal yang terserap, % berat terhadap berat agregat

$G_{se}$  : Berat spesifik agregat

$G_{sb}$  : Berat jenis bulk agregat

$G_b$  : Berat spesifik aspal

4. Volume Pori dalam Agregat Campuran (VMA)

Volume pori dalam agregat campuran (VMA = Voids in the mineral aggregate), adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase.

Jika komposisi campuran ditentukan berdasarkan Berat Total Campuran

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} - P_s}{G_{sb}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

$G_{mb}$  : Berat jenis bulk campuran

$P_s$  : Berat jenis bulk agregat

$G_{sb}$  : Berat jenis efektif agregat

$P_s$  : Jumlah agregat, terhadap total berat campuran

#### 5. Volume Pori dalam Beton Aspal Padat (VIM)

Banyaknya pori yang berada dalam beton aspal padat (VIM) adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat yang diselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat. Dasar perhitungan berdasarkan volume beton aspal padat = 100 cm<sup>3</sup>.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

$G_{mm}$  : Berat jenis maksimum campuran

$G_{mb}$  : Berat jenis bulk campuran

#### 6. Volume Pori Antara Butir Agregat Terisi Aspal (VFA)

Banyaknya pori-pori antara butir agregat (VMA) di dalam beton aspal padat ,yang terisi oleh aspal, dinyatakan sebagai VMA. Persentase pori antara pori butir agregat yang terisi aspal dinamakan VFA. Jadi, VFA adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Aspal yang mengisi VFA merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi film atau selimut aspal. Dasar perhitungan berdasarkan volume beton aspal padat = 100 cm<sup>3</sup>.

$$VFA = \frac{100(VMA - VIM)}{VMA} \dots \dots \dots (2.9)$$

VFA : Volume pori antara butir agregat yang terisi aspal % dari

VMA : Volume pori antara butir agregat di dalam beton aspal padat, volume beton bulk beton aspal padat

VIM : Volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume beton bulk beton aspal padat.

#### 7. Berat jenis Bulk Agregat Campuran (Gsb)

Agregat yang digunakan untuk membentuk beton aspal padat, memiliki gradasi tertentu yang biasanya diperoleh dari pencampuran beberapa fraksi agregat yang tersedia di lokasi. Masing-masing agregat mempunyai berat jenis yang



berbeda sehingga untuk menghitung berat beton aspal padat dibutuhkan berat jenis agregat campuran.

$$G_{sb} = \frac{100}{\left(\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}\right)} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

$G_{sb}$  : Berat jenis bulk agregat campuran

$P_1, P_2, \dots, P_n$  : Persentase berat tiap jenis agregat

$G_1, G_2, \dots, G_n$  : Spesifikasi jenis agregat

#### 8. Berat Jenis Berat Efektif Agregat Campuran ( $G_{se}$ )

Berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan,  $G_{mm}$  dapat ditentukan di laboratorium. Dasar perhitungan dilakukan berdasarkan berat beton aspal belum dipadatkan = 100 gram

$$G_{se} = \frac{100}{\left(\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}\right)} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$G_{sb}$  : Berat jenis bulk agregat campuran

$P_1, P_2, \dots, P_n$  : Persentase berat tiap jenis agregat

$G_1, G_2, \dots, G_n$  : Spesifikasi jenis agregat