

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1Aspal

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 (CS₂). 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 air.

2.1.1 Sumber Aspal

Aspal yang dihasilkan dari industri kilang minyak mentah (*crude oil*) dikenal sebagai *residual bitumen*, yang dihasilkan dari minyak mentah melalui proses destilasi. Proses penyulingan dilakukan dengan pemanasan hingga suhu 350°C di bawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak seperti *gasoline* (bensin), *kerosene* (minyak tanah) dan *gas oil*. Secara kualitatif, aspal terdiri dari senyawa *asphaltenes* dan *Maltenes*, sedangkan secara kuantitatif, *Asphaltenes* merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon, terdiri dari cincin aromatik kental dan senyawa *heteroaromatic* mengandung belerang. Ada juga amina dan amida, senyawa oksigen (keton, fenol atau asam karboksilat), nikel dan

vanadium. Aspal merupakan senyawa kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%).

Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah.

Aspal mempunyai sifat *Thixotropy*, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu. Semakin besar angka penetrasi aspal (semakin kecil tingkat konsistensi aspal) akan memberikan nilai modulus elastis aspal yang semakin kecil dalam tinjauan temperatur dan pembebanan yang sama. Terdapat bermacam – macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran agregat aspal, antara lain 40/50, 60/70, 80/100. Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70. Dibawah ini merupakan sifat-sifat standar untuk aspal.

Tabel 1. Standart Pengujian dan Persyaratan Aspal Pen. 60/70

No Min	Sifat Max	Metoda	Satuan	Persyaratan	
1.	Penetrasi (25 C, 100 gr, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	0,1 mm	60	79
2.	Titik lembek (ring and ball test)	SNI 06-2434-1991	°C	48	58
3.	Titik nyala (cleveland open cup)	SNI 06-2433-1991	°C	200	-
4.	Daktilitas (25 C, 5 cm permenit)	SNI 06-2432-1991	cm	100	-
5.	Berat Jenis (25 C)	SNI 06-2488-1991	gr/cm ³	1	-

Sumber : Standar Nasional Indonesia No. 1737- 1989- F

Aspal Polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintetis dengan aspal. Modifikasi aspal polimer telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir, umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Bahan aditif aspal adalah suatu bahan yang dipakai untuk ditambahkan pada aspal. Penggunaan bahan aditif aspal merupakan bagian dari klasifikasi jenis aspal modifikasi yang berunsur dari jenis karet, karet sintetis atau buatan juga dari karet yang sudah diolah (dari ban bekas), dan juga dari bahan plastik. Penggunaan campuran polimer aspal merupakan modifikasi yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini terlihat bahwa keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal. Penggunaan polimer sebagai bahan untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir.

2.1.2 Sifat Aspal

Aspal yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan pada umumnya berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat, oleh karena itu, aspal yang digunakan harus bersifat (Sukirman, 1993) sebagai berikut :

a. Mempunyai Daya Tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, factor pelaksanaan dan sebagainya.

b. Kohesi dan Adhesi

Kohesi merupakan kemampuan aspal untuk mengikat unsur-unsur penyusun dari dirinya sendiri sehingga terbentuknya aspal dengan daktilitas yang tinggi. Sedangkan adhesi menyatakan kemampuan aspal untuk berikatan dengan agregat dan tetap mempertahankan agregat pada tempatnya setelah berikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

Kepekaan aspal terhadap temperatur adalah sensitifitas perubahan sifat viskoelastis aspal akibat perubahan temperatur, sifat ini dinyatakan sebagai indeks penetrasi aspal (IP). Aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki kepekaan yang rendah terhadap perubahan temperatur. Oleh sebab itu, campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki rentang temperatur pencampuran dan pemadatan yang lebih lebar dari campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang rendah. Aspal dengan tingkat kekerasan atau nilai penetrasi yang sama belum tentu memiliki nilai IP yang sama. Sebaliknya, aspal dengan nilai IP yang sama belum tentu memiliki tingkat kekerasan yang sama. Pada aspal dengan IP yang sama, semakin tinggi tingkat kekerasan aspal semakin tinggi ketahanan campuran beraspal yang dihasilkannya (Brennen, 1999).

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi).

e. Viskoelastisitas Aspal

Viskoelastisitas aspal adalah suatu material yang bersifat viskoelastis

yang sifatnya akan berubah tergantung pada temperatur atau waktu pembebanan. Kegunaan mengetahui sifat viskoelastis aspal adalah untuk menentukan pada temperatur beberapa pencampuran aspal dengan agregat harus dilakukan agar mendapatkan campuran yang homogen dimana semua permukaan agregat dapat terselimuti oleh aspal secara merata dan aspal mampu masuk ke dalam pori-pori agregat untuk membentuk ikatan kohesi yang kuat dan untuk mengetahui pada temperatur berapa pemadatan dapat dilakukan dan kapan harus dihentikan (Brennen, 1999).

Bila pemadatan dilakukan pada temperatur dimana kondisi aspal masih sangat kental maka pada saat pemadatan akan terjadi pergeseran campuran beraspal karena campuran tersebut belum cukup kaku untuk memikul beban dari alat pemadat. Sebaliknya, bila pemadatan dilakukan pada temperatur yang sangat rendah dimana campuran sudah bersifat kurang elastis maka pemadatan yang diberikan tidak lagi menaikkan kepadatan campuran tetapi justru akan merusak atau mungkin menghancurkan campuran tersebut. Hal ini disebabkan karena pada campuran beraspal yang sudah cukup kaku, agregat pembentuknya sudah terikat kuat oleh aspal dan aspal tidak lagi berfungsi sebagai pelumas untuk relokasi agregat, sehingga energi pemadatan yang diberikan sudah tidak mampu lagi memaksa partikel agregat untuk bergerak mendekat satu dengan yang lainnya tetapi energi ini justru akan menghancurkan ikatan antara agregat dengan aspal yang sudah terbentuk sebelumnya (Brennen, 1999).

Sedang sifat aspal lainnya adalah ;

- a. Aspal mempunyai sifat mekanis (*Rheologic*), yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, tetapi jika pembebanannya terjadi dalam jangka waktu yang lambat maka sifat aspal menjadi plastis (*viscous*).
- b. Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau

viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah atau semakin encer demikian pula. sebaliknya. Dari segi pelaksanaan lapis keras, aspal dengan viskositas yang rendah akan menguntungkan karena aspal akan menyelimuti batuan dengan lebih baik dan merata. Akan tetapi dengan pemanasan yang berlebihan maka akan merusak molekul-molekul dari aspal, aspal menjadi getas dan rapuh.

- c. Aspal mempunyai sifat *Thixotropy*, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu.

Semakin besar angka penetrasi aspal (semakin kecil tingkat konsistensi aspal) akan memberikan nilai modulus elastis aspal yang semakin kecil dalam tinjauan temperatur dan pembebanan yang sama (*Brown and Bitumen*, 1984).

Terdapat bermacam-macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran agrerat aspal, antara lain 40/50, 60/70, 80/100. Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70.

Fungsi aspal dalam kontruksi jalan adalah :

1. Bahan pengikat agragat, memberikan daya lekat yang baik. Syaratnya, mempunyai daya adhesi dan daya kohesi yang besar.
2. Pengisi dan penutup rongga-rongga (*void*) dari pengaruh, mengisi volume yang tersedia. Syaratnya, sifat plastis yang besar dan sifat cairan yang cukup.

2.1.3 Jenis Aspal

Aspal yang digunakan pada bahan kontruksi jalan mempunyai jenis aspal alam dan aspal buatan.

a. Aspal alam

Aspal alam ditemukan dipulau Buton (Sulawesi Tenggara Indonesia), Perancis, Swiss, dan Amerika Serikat.

b. Aspal buatan

Aspal buatan merupakan residu penyulingan minyak bumi, dengan karakteristiknya sangat bergantung dari jenis minyak bumi yang disuling (dikilang), apakah minyak bumi berbasis aspal (*asphaltic base*), parafin (*parafine base*) atau berbasis campuran (*mixes base*)

c. Aspal polimer

Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintetis dengan aspal. Modifikasi aspal polimer (atau biasa disingkat dengan PMA) telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir.

Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan.

Bahan aditif aspal adalah suatu bahan yang dipakai untuk ditambahkan pada aspal. Penggunaan bahan aditif aspal merupakan bagian dari klasifikasi jenis aspal modifier yang berunsur dari jenis karet, karet sintetis atau buatan juga dari karet yang sudah diolah (dari ban bekas), dan juga dari bahan plastik.

Penggunaan campuran polimer aspal merupakan trend yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini terlihat bahwa keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal. Penggunaan polimer sebagai bahan untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir.

Badan Litbang Kementerian PU (2007), melakukan pengujian dengan menggunakan bahan aditif dengan menggunakan karet alam untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan beraspal sebesar 3 % dari berat aspal minyak dengan hasil memperbaiki karakteristik aspal konvensional, meningkatkan mutu perkerasan beraspal yang ditunjukkan dengan peningkatan modulus resilien dan kecepatan reformasi, meningkatkan umur konstruksi perkerasan jalan yang ditunjukkan percepatan terjadinya retak dan alur.

PT. Tunas Mekar Adiperkasa dengan produknya aspal BituPlus. Dimana aspal memakai polimer elastomer atau dari bahan jenis karet. Pengujian terhadap pemakaian aspal tersebut dihasilkan aspal yang memiliki titik lembek tinggi, kelenturan yang lebih baik serta penetrasi yang optimal daripada menggunakan aspal biasa serta perkerasan jalan lebih tahan terhadap *aging* akibat pengaruh sinar ultraviolet sehingga memperbaiki kinerja beton aspal.

Penambahan bahan polimer pada aspal yang bersifat plastomer dapat meningkatkan kekuatan tinggi dalam campuran aspal. Pada sisi lain, bahan yang bersifat elastomer seperti karet alam, maupun karet sintetis, dapat memberikan aspal dengan fleksibilitas dan keelastisan yang lebih baik, termasuk juga perbaikan terhadap resistensi dan ketahanan terhadap temperatur rendah.

2.1.4 Analisis Aspal

1. Penetrasi, tingkat kekerasan aspal

Tujuannya adalah untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Di laboratorium menggunakan penetrometer dan dilakukan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan beban seberat 50 gram sehingga diperoleh beban gerak 100 gram selama 5 detik pada temperatur 25°C. Dalam pelaksanaan berhubungan dengan lokasi penggunaan aspal serta jenis, macam konstruksi yang ditangani.

2. Titik lembek

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengukur nilai temperatur dimana bola-bola baja mendesak turun lapisan aspal yang ada pada cincin, hingga aspal tersebut menyentuh dasar pelat yang terletak dibawah cincin pada jarak 1

(inchi), sebagai akibat dari percepatan pemanasan tertent. Berat bola baja 3,45 – 3,55 gr dengan diameter 9,53 mm. Pemeriksaan ini diperlukan untuk mengetahui batas keekrasan aspal. Pengamatan titik lembek dimulai dari suhu 5°C sebagai batas paling tinggi sifat kekuan dari aspal yang disebabkan oleh sifat termoplastik. Untuk aspal keras bentuk penetrasi 60/70, syarat titik lembek berkisar antara 48°C - 58°C.

Aspal dengan penetrasi yang sama belum tentu mempunyai titik lembek yang sama. Semakin tinggi titik lembek, semakin baik sebagai bahan pengikat. Di lapangan, bersama dengan penetrasi berperan dalam percampuran, penghamparan dan pemadatan. Selain itu suhu diluar juga berpengaruh terhadap titik lembek.

3. Titik nyala dan titik bakar

Titik nyala adalah suhu saat aspal mulai menyala sekurang-kurangnya 5 detik. Pemeriksaan dilakukan dengan eleveland open cup, dan perlu diketahui untuk memperkirakan suhu maksimum pemanasan sehingga aspal tidak terbakar. Hasil pemeriksaan dipengaruhi oleh tipuan angin dan kecepatan kenaikan suhu. Sehingga untuk membedakan titik nyala dan titik bakar perlu dilakukan diruang gelap.

4. Kelarutan dalam CCl₄

pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah unsur aspal dalam CCl₄, dengan adanya bahan-bahan tidak terlarut dalam CCl₄ menunjukkan adanya bahan lain yang terlarut dalam residu aspal. Persyaratan dalam pemakaian aspal yang diinginkan adalah aspal dalam kondisi tidak tercampur dengan bahan-bahan lain yang tidak terlarut dalam CCl₄ untuk aspal penetrasi 60/70 disebutkan minimal sebesar 99 %.

Aspal murni larut zat lain, sedangkan aspal yang tidak murni tidak seluruhnys lsrut. Hubungan dengan pekerjaan adalah menjamin keamanan dan gangguan lain misalnya kebakaran dan pembuasaan oleh zat-zat tidak terlarut.

5. Berat jenis

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu 25 atau 15,6°C. Berat jenis aspal

diperlukan dalam perhitungan analisa campuran. Persyaratan yang ditentukan untuk berat jenis aspal adalah 1 gr/cc.

6. Titik lembek aspal (*Ring and Ball test*)

Yaitu angka yang menunjukkan suhu (*temperature*) ketika aspal menyentuh plat baja. Titik lembek juga mengindikasikan tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, disamping itu titik lembek juga dipengaruhi oleh kandungan parafin (lilin) yang terdapat dalam aspal. Semakin tinggi kandungan parafin pada aspal, maka semakin rendah titik lembeknya dan aspal semakin peka terhadap perubahan suhu.

7. Daktilitas aspal

Yaitu angka yang menunjukkan panjang aspal yang ditarik pada suhu 25° C dengan kecepatan 5 cm/menit hingga aspal tersebut putus. Daktilitas yang tinggi mengindikasikan bahwa aspal semakin lentur, sehingga semakin baik digunakan sebagai bahan ikat perkerasan.

2.1.4 Agregat

Agregat adalah partikel-partikel butiran mineral yang digunakan dengan kombinasi berbagai jenis bahan perekat membentuk massa beton atau sebagai bahan dasar jalan, *backfill*, dan lainnya (Atkins, 1997). Sifat-sifat agregat galian yang dihasilkan, tergantung dari jenis batuan asal. Ada 3 jenis batuan asal, yaitu batuan beku, sedimen dan metamorf. Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari pendinginan magma cair yang membeku. Batuan beku yang berbutir kasar seperti granite terbentuk dari magma cair yang membeku secara perlahan. Berbutir halus seperti batuan beku basalt yang terbentuk dengan pendinginan lebih cepat dan berlapis. Batu sedimen terbentuk dari pemadatan deposit mineral sedimen dan secara kimia di dasar laut. Beberapa jenis batuan sedimen dengan komposisi yang terkandung : batu kapur (*Calcium carbonate*), dolomite (*Calcium carbonate and magnesium carbonate*), serpihan tanah liat (*Clay*), *sandstone* (*Quartz*), (*Calcium sulphate*), konglomerat (*Gravel*), *chert* (*Fine sand*). Batuan metamorf adalah batu-batu sedimen yang telah berubah (*metamorfosis*) oleh karena arah tekanan yang hebat. Contohnya adalah :

Slate (*Shale*), marble (*Lime stone*), Quartzite (*Sandstone*), Gneiss (*Granite*) (Atkins,1997).

Agregat sebagai bahan bangunan, dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok, yaitu anorganik dan organik dan dapat dibagi dalam 2 golongan, yaitu agregat alam dan buatan. Agregat anorganik alam, seperti : tanah yang bersifat trass/pozolan, pasir dan batu alam, batu apung, serat asbes, sedang anorganik buatan, meliputi : terak tanur tinggi, A.L.W.A. (*Artificial Light WeightAggregate*), *fly ash* dan sisa bakaran batu bara. Agregat yang dipergunakan dalam pembuatan aspal beton, secara umum mempunyai persyaratan terhadap sifat-sifatnya, antara lain : susunan butir(gradasi), ketahanan terhadap gesekan / ausan, kekekalan (*soundness*), kemurniandan kebersihan (*cleanliness*), gesekan internal dan sifat permukaannya (*surfacetexture*), sedangkan berdasarkan kelompok agregat akan lebih spesifik sesuaijenisnya apakah agregat kasar, halus atau *filler*.

Sifat fisik dan mekanis agregat dan hubungannya dengan kinerja campuran, antara lain :

a. Gradasi

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya, merupakan hal penting dalam menentukan stabilitas perkerasan, berpengaruh terhadap besarnya volume rongga (*void*), *workability* dan Stabilitas dalam campuran.Gradasi agregat merupakan campuran dari berbagai diameter butiran agregat yang membentuk susunan campuran tertentu, ditentukan melalui analisis saringan butiran (*grain size analysis*) dengan menggunakan 1 set saringan (dengan ukuran saringan 19,1 mm; 12,7 mm; 9,52 mm; 4,76 mm;2,38 mm; 1,18 mm; 0,59 mm; 0,149 mm; 0,074 mm) dimana saringan paling kasar diletakkan paling atas dan saringan paling halus diletakkan paling bawah, dimulai dengan pan dan diakhiri dengan tutup (Sukirman,1999).

Gradasi agregat secara umum dapat dikelompokkan, sebagai berikut :

a). Gradasi seragam (*uniform graded*)

Adalah agregat yang hanya terdiri dari butir-butir agregat berukuran sama atau hampir sama. Campuran beton aspal yang dibuat dari agregat bergradasi ini

memiliki sifat banyak rongga udara (*void*), permeabilitas yang tinggi, stabilitas rendah dan berat isi (*density*) yang kecil.

b). Gradasi rapat (*dense graded/ Well Graded*)

Gradasi agregat yang ukuran butirnya dari kasar sampai dengan halus terdistribusi secara merata dalam satu rentang ukuran butir atau sering disebut dengan gradasi menerus. Campuran dengan 11 gradasi ini akan memiliki stabilitas tinggi, sifat kedap air bertambah dan memiliki berat isi lebih besar.

c). Gradasi senjang (*gap graded/ poorly graded*)

Adalah distribusi ukuran butirnya tidak menerus, atau ada bagian ukuran yang tidak ada, jika ada hanya sedikit sekali.

f. Ukuran Maksimum

Agregat dalam campuran beton aspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai dengan yang terkecil. Ukuran maksimum butir agregat dapat dinyatakan dengan mempergunakan :

a). Ukuran maksimum agregat, yang dibatasi sebagai ukuran saringan terkecil dimana agregat yang lolos saringan tersebut sebanyak 100%.

b). Ukuran nominal maksimum, yang dibatasi sebagai ukuran saringan terbesar dimana agregat yang tertahan diatas saringan tersebut sebanyak tidak lebih dari 10%.

c. Kebersihan Agregat (*cleanlines*)

Kebersihan agregat ditentukan oleh banyaknya bahan impurities yang ada pada agregat seperti butiran yang lewat saringan no. 200, yaitu adanya lempung, lanau, ataupun adanya tumubuh-tumbuhan pada campuran agregat. Apabila agregat mengandung butiran halus melebihi dari ketentuan, akan menghasilkan beton aspal berkualitas rendah sebagai akibat dari butiran halus tersebut menghalangi ikatan aspal dengan agregat sehingga dapat berakibat nilai stabilitas rendah dan mudah lepasnya ikatan antara aspal dengan agregat. Untuk mengukur kebersihan agregat ini, dilakukan pengujian dengan metode *Sand Equivalent Test*.

d. Kekerasan (*Toughness*)

Butir agregat harus keras dan kuat, mampu menahan gaya keausan (abrasi), degradasi selama proses produksi (penimbunan, penghamparan, pemadatan) dan pelayanan terhadap beban lalu lintas, proses kimiawi (kelembaban, kepanasan, perubahan suhu) sepanjang hari. Kekuatan agregat terhadap beban yang bekerja merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi. Metode uji yang dipergunakan adalah uji abrasi dengan metode *Los Angeles Abrasion Test* dan uji kehancuran dengan metode *Rudeloff (Crushing Test)*. Sedang secara kimiawi dilakukan pengujian dengan menggunakan larutan *Natrium Sulfat* atau *Magnesium Sulfat*.

e. Bentuk Butir dan Tekstur Agregat

Bentuk butir agregat secara umum dapat ditemui dalam bentuk bulat, lonjong, pipih, kubus, tak beraturan, atau mempunyai bidang pecah. Bentuk butir dapat mempengaruhi sifat *workability* campuran perkerasan pada waktu penghamparan dan pemadatan sehingga diperoleh kekuatan struktur perkerasan yang dapat memenuhi persyaratan selama umur pelayanannya. Sedang tekstur agregat adalah suatu kondisi yang menunjukkan susunan permukaan butir agregat, yang dibedakan dalam kondisi licin, kasar, atau berpori. Agregat yang berpermukaan licin mempunyai sifat akan menghasilkan daya kunci antar butir agregat rendah dan mempunyai tingkat kestabilan yang rendah dan sebaliknya agregat yang mempunyai permukaan kasar, mempunyai gaya gesek yang baik, ikatan antar butiryang kuat sehingga dapat mampu menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Agregat berpori (*porous*), banyak bersifat *porous* dan mempunyai tingkat kekerasan rendah sehingga mudah pecah dan terjadi degradasi.

f. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air. Agregat dengan berat jenis kecil mempunyai volume yang besar atau berat yang ringan. Disamping itu dapat di perkirakan bahwa agregat dari batuan yang mempunyai berat volumenya tinggi, kekuatannya juga tinggi, meskipun tidak selalu demikian.

g. Daya Lekat Aspal terhadap Agregat (*Affinity for Asphalt*) daya lekat aspal terhadap agregat dibedakan dalam 2 kondisi, yaitu :

- a). *Hydrophilic*, yaitu sifat agregat yang mudah diresapi air, hal ini dapat mengakibatkan agregat tidak mudah dilekatkan aspal dan akan terlepas dengan agregat mudah lepas.
- b). *Hydrophobic*, yaitu sifat agregat yang tidak mudah terikat dengan air, tetapi mudah terikat dengan aspal.

2.2 Karet

Karet adalah polimer hidrokarbon yang terbentuk dari emulsi kesusuhan (*latex*) yang diperoleh dari getah beberapa jenis tumbuhan pohon karet tetapi dapat juga diproduksi secara sintesis. Sumber utama barang dagang dari *latex* yang digunakan untuk menciptakan karet adalah pohon karet *hevea's brasiliensis* (*Euphorbiaceae*). Ini dilakukan dengan cara melukai kulit pohon sehingga pohon akan memberikan respon yang menghasilkan lebih banyak *latex* lagi. Pohon jenis lainnya yang mengandung *latex*s termasuk *fig*, *Euphorbia* dan *dandelion*. Lebih dari setengah produksi karet yang digunakan sekarang ini adalah sintetik, tetapi beberapa juta ton karet alami masih tetap diproduksi setiap tahun, dan masih merupakan bahan yang penting bagi beberapa industri termasuk otomotif dan militer. Karet *hypoallergenic* dapat dibuat dari *Guayule*. Eksperimen awal dari pengembangan karet sintesis membawa ke penemuan Silly Putty.

2.2.1 Karet Alam

Karet alam (*polyisoprene*) termasuk ke dalam elastomer yaitu bahan yang dapat diregangkan dan dapat kembali seperti berbentuk semula. Selain karet

alam, terdapat beberapa bahan yang juga termasuk elastomer yaitu *polybutadiene*, *polyisobutylene* dan *polyurethanes*, yaitu ketiganya merupakan polimer sintetis.

Elastomer memiliki potensi yang besar dalam dunia industri karena memiliki sifat kelietan dan kelekatan yang tinggi, elestisitas tinggi, daya tarik yang kuat, daya lengket yang baik dan daya pegas yang tinggi. Karena sifat-sifat tersebut polysporene banyak dimanfaatkan untuk membuat sepatu boot tahan air, bola dan peluru karet.

Bentuk uatam dari karet alam, yaitu terdiri dari 97% *cis*-11,4-isoprena, dikenal sebagai *hevea rubber*. Hampir semua karet alam diperoleh sebagai lateks yang terdiri dari 32-35% karet dan sekitar 5 % senyawa lain, termasuk asam lemak, gula, *protein*, *sterol ester* dan garam. Lateks biasa dikonfersikan ke karet busa dengan aerasi mekanik yang diikuti oleh vulkanisasi.

Komponen utama karet alam merupakan suatu rantai polimer yang tersusun dari hampir semua struktur *cis* – 1,4 *poliisoprena* yang sempurna, oleh karena itu karet alam disebut juga dengan *cis*-1,4 *polisoprena*.

Karet alam dihasilkan dari tanaman karet *hevea brasiliensis*. Tanaman karet termasuk tanaman tahunan yang tergolong dalam famili *euphorbiaceae*, tumbuhan baik didataran rendah hingga menengah (0-400 dpl) dengan curah hujan 1500-2500 mn/tahun dan mampu hidup dilahan dengan keasaman tinggi (ph 4,0-4,5) pada tanah bersolum dalam dan miskin hara.

Sifat-sifat mekanik yang baik dari karet alam menyebabkannya dapat digunakan untuk berbagai keperluan umum seperti sol sepatu dan telapak ban kendaraan. Pada suhu kamar, karet tidak berbentuk kristal padat dan juga berbentuk cairan. Perbedaan karet dengan benda-benda lain, tampak nyata pada sifat karet yang lembut, fleksibel dan elastis. Sifat-sifat ini memberi kesan bahwa karet alam adalah suatu bahan semi cairan alamiah atau suatu cairan dengan kekentalan yang sangat tinggi.

Karet semakin banyak digunakan dalam kehidupan manusia, dalam rumah tangga, perusahaan dan sebagainya. Hal ini yang mendorong kegiatan industri karet semakin tinggi pula limbah yang akan dihasilkan dari produksi tersebut. Baik itu limbah padat maupun limbah cairnya. Penegelolaan limbah karet ini harus ditangani dengan sebaik-baiknya, karena sangat berdampak pada lingkungan sekitar. Limbah dari hasil produksi karet ada yang dapat dimanfaatkan kembali dan ada pula yang mana harus benar-benar dibuang agar tidak mengganggu kualitas lingkungan.

2.2.2 Jenis-jenis Karet Alam

Jenis-jenis karet alam yang dikenal luas adalah :

Terdapat beberapa macam karet alam yang kebanyakan merupakan bahan olahan baik setengah jadi ataupun bahan jadi. Jenis-jenis karet alam antara lain bahan olah karet, karet konvensional, lateks pekat, karet bongkah (*block rubber*) karet spesifikasi teknis (*crumb rubber*), karet siap olah (*tyre rubber*) dan karet reklim (*reclaimed rubber*).

a. Bahan olah karet

Bahan olah karet adalah lateks kebun serta gumpalan lateks kebun yang diperoleh dari pohon karet. Yang termasuk bahan olah karet adalah lateks kebun, *sheet* angin, slab tipis dan lump segar yang dibagi berdasarkan pengolahannya.

1. Lateks kebun merupakan cairan getah yang dihasilkan dari proses penyadapan pohon karet dan belum mengalami pengolahan sama sekali.
2. Sheet angin merupakan bahan olah karet yang dibuat dari lateks yang sudah disaring dan digumpalkan dengan asam semut. Jenis ini berupa karet sheet yang sudah digiling tetapi belum jadi.
3. Slab tipis merupakan bahan olah yang terbuat dari lateks yang sudah digumpalkan.

4. Lump segar merupakan bahan olah karet yang bukan berasal dari gumpalan lateks kebun yang terjadi secara alamiah dalam mangkuk penampung.

b. Karet konvensional

Jenis-jenis karet olahan yang tergolong karet konvensional adalah *Ribber Brown Crepe Remills, White and Pale Crepe, Estate Brown Crepe, Compo Crepe, Thin Brown Crepe Remills, Thick Blanket Crepes Ambers, Flat Bark Crepe, Pure Smoked Blanked Crepe dan Off Crepe*. Jenis karet konvensional yang banyak diproduksi adalah *Ribber Smoked Sheet* atau disingkat RSS. Karet ini berupa lembaran sheet yang mendapatkan proses pengasapan dengan baik. RSS ini memiliki beberapa macam antara lain XRSS, RSS 1 hingga RSS 5.

c. Lateks pekat

Lateks pekat berbentuk cairan pekat, tidak berbentuk lingkaran atau padatan lainnya. Lateks pekat yang ada dipasaran dibuat dengan pendadihan atau creamed lateks dan melalui proses sentrifugasi. Lateks pekat banyak digunakan untuk pembuatan bahan-bahan karet yang tipis dan bermutu tinggi.

d. Karet bongkah (*Block Rubber*)

Karet bongkah merupakan karet remah yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bandela-bandela dengan ukuran tertentu. Karet bongkah ada yang berwarna muda dan setiap kelasnya mempunyai kode warna tersendiri. Masing-masing negara memiliki standar mutu karet bongkah. Standar mutu karet bongkah untuk Indonesia tercantum dalam SIR (*Standard Indonesian Rubber*) yang dikeluarkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Perdagangan No. 184/Kp/VI/88 Tanggal 25 Juni 1988.

e. Karet spesifikasi teknis (*crumb rubber*)

Crumb rubber merupakan karet alam yang dibuat khusus sehingga terjamin mutu teknisnya. Penetapan mutu berdasarkan pada sifat-sifat teknis dimana warna atau penilaian visual yang menjadi dasar penentuan golongan mutu pada jenis karet *sheet*, *crepe* maupun lateks pekat tidak berlaku. *Crumb Rubber* dibuat agar dapat bersaing dengan karet sintetis biasanya menyertakan sifat teknis serta keistimewaan untuk jaminan mutu tiap bandelanya. *Crumb Rubber* dipak dalam bongkah-bongkah kecil, berat dan ukuran seragam, ada sertifikasi uji laboratorium, dan ditutup dengan lembaran plastik *polythene*.

f. *Type Rubber*

Type rubber merupakan barang setengah jadi dari karet alam sehingga dapat langsung dipakai oleh konsumen, baik untuk pembuatan ban atau barang yang menggunakan bahan baku karet alam lainnya. *Type rubber* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan karet konvensional. Ban atau produk-produk karet lain jika menggunakan *type rubber* sebagai bahan bakunya memiliki mutu yang lebih baik dibandingkan jika menggunakan bahan baku karet konvensional. Selain jenis karet ini memiliki daya campur yang baik sehingga mudah digabung dengan karet sintetis.

g. Karet Reklam (Reclaimed Rubber)

Karet reklam merupakan karet yang diolah kembali dari barang-barang karet bekas, terutama ban-ban mobil bekas. Karet reklam biasanya digunakan sebagai bahan campuran, karena mudah mengambil bentuk dalam acuan serta daya lekat yang dimilikinya juga baik. Pemakaian reklam memungkinkan pengunyahan (*mastication*) dan pencampuran yang lebih cepat. Produk yang dihasilkan juga lebih kukuh dan lebih tahan lama dipakai. Kelemahan dari karet reklam adalah kurang kenyal dan kurang tahan gesekan sesuai dengan sifatnya sebagai karet daur ulang. Oleh karena itu karet reklam kurang baik digunakan untuk membuat ban.

2.2.3 Sifat-sifat Karet Alam

Warnanya agak kecoklat-coklatan, tembus cahaya atau setengah tembus cahaya, dengan berat jenis 0,91-0,93. Sifat mekaniknya tergantung pada derajat vulkanisme, sehingga dapat dihasilkan banyak jenis sampai jenis yang kaku seperti ebonite. Temperatur penggunaan yang paling tinggi sekitar 99°C, melunak pada 130°C dan terurai sekitar 200°C. Sifat isolasi listriknya berbeda karena pencampuran dengan aditif. Namun demikian, karakteristik listrik pada frekuensi tinggi, jelek. Sifat kimianya jelek terhadap ketahanan minyak dan ketahanan pelarut. Zat tersebut dapat larut dalam hidrokarbon, ester asam asetat, dan sebagainya. Karet yang kenyal agar mudah didegradasi oleh sinar UV dan ozon.

2.2.4 Karet Sintetis

Karet sintetis atau karet buatan yang umum disebut dengan *sintetic rubber*, merupakan *polimerisasi* Styrene yang dikombinasi dengan *butadiena* menghasilkan *Styrene butadiena rubber* atau *Styrene Butadiene Styrene* (SBS), yang mempunyai sifat menyerupai karet alam dan mempunyai kelebihan memperbaiki sifat yang kurang pada karet alam, antara lain ketahanan terhadap temperatur dan *oksidasi*,

Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis

Karet alam memiliki beberapa kelemahan dipandang dari sudut kimia maupun bisnisnya, akan tetapi menurut beberapa ahli, karet alam tetap memiliki harga pasar yang baik. Beberapa industri tertentu tetap memiliki ketergantungan yang besar terhadap pasokan karet alam, misalnya industri ban yang merupakan pemakai terbesar karet alam. Karet alam sekarang ini jumlah produksi dan konsumsinya jauh dibawa karet sintetis atau karet buatan pabrik, tetapi sesungguhnya karet alam belum dapat digantikan dengan karet sintetis. Bagaimanapun keunggulannya yang dimiliki karet alam sulit ditandingi oleh karet sintetis. Adapun kelebihan karet alam adalah sebagai berikut :

1. Memiliki daya elastis atau lenting sempurna
2. Memiliki plastisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah,

3. Mempunyai daya aus yang tinggi,
4. Tidak mudah panas (*low heat build up*),
5. Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan (*groove cracking resistance*)

Walaupun demikian, karet sintetis memiliki kelebihan seperti tahan berbagai zat kimia dan harganya yang cenderung bisa dipertahankan supaya tetap stabil. Bila ada pihak yang menginginkan karet sintetis dalam jumlah tertentu, maka biasanya pengiriman atau suplai barang tersebut juga mengalami kesulitan.