

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian ini peneliti mencampurkan karet alam (lateks) yang didasari oleh literatur atau referensi yang berhubungan dengan obyek pembahasan, Penelitian Terdahulu Penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan beberapa referensi yang berhubungan dengan obyek yang akan dibahas. Referensi bertujuan untuk memberikan batasan-batasan terhadap pembahasan dari penelitian yang akan dikembangkan serta agar dapat menghasilkan hasil yang lebih baik dari referensi penelitian sebelumnya. Referensi penelitian terdahulu yang peneliti dapatkan dapat dilihat pada uraian berikut.

Mirka Patara, Rahma Dewi, Ahmad Dicki Prasetya dan Falko Denu Bazid (2017), mempelajari tentang pemanfaatan karet mentah pada flexible pavement laston AC-WC dan laston HRS-WC. Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan lateks pada aspal dengan persentase 5%, 10%, 15% didalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pada campuran aspal menggunakan bahan karet 5% memiliki nilai stabilitas (2439,42 kg) dan flow (4,00mm) paling tinggi pada campuran aspal lateks yang lain.

Riky Trisilvana, Parayuda Krisna, Lutfi Djaka, Hendi Bowopurnomo (2018), mempelajari pengaruh penambahan bahan alami lateks terhadap kuat tekan marshall aspal beton. Dalam penelitiannya dilakukan dengan menggunakan kadar aspal 4%, 6%, dan 7% dari berat benda uji. Dan kadar lateks 0%, 3%, 4%, 5%, dan 6% pada 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 rendaman 60 °C dengan waktu perendaman selama 30 menit. Hasil yang didapatkan dari nilai stabilitas 626,38 kg, nilai Flow 3mm, nilai VIM 21,6%, dan nilai Marshall Quotient (MQ) 214,7 kg/mm.

Anisa Rizki, Mulizar, Sulaiman AR (2001), melakukan pengujian pengaruh latek terhadap parameter marshall campuran aspal beton menggunakan retona blend55 terhadap nilai karakteristik campuran aspal beton yaitu, stability, flow,

VIM, VMA, VFB, MQ, dan density dengan menggunakan variasi kadar aspal 5,0%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7,0% dan juga digunakan variasi kadar latek 3%; 5%; dan 7%. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai stabilitas 974kg, kelelahan (flow) 3,7mm, VMA 24,4%, VIM 12,7%, VFB 62,9% Marshall Quotient (MQ) 270,2 kg/mm, serta kepadatan (density) 2,41 gr/cm<sup>3</sup>. dalam penelitian ini, hal yang lebih ditinjau adalah karakteristik marshall aspal beton akibat penambahan lateks. Dengan adanya penambahan ini dapat disimpulkan bahwa campuran retona blend 55 dan latek tidak banyak mempengaruhi karakteristik marshall dengan kadar lateks yang ditetapkan.

## **2.2 Perkerasan Jalan**

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 (2003), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan ini bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton bertulang atau plat beton tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang gabungan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau sebaliknya.

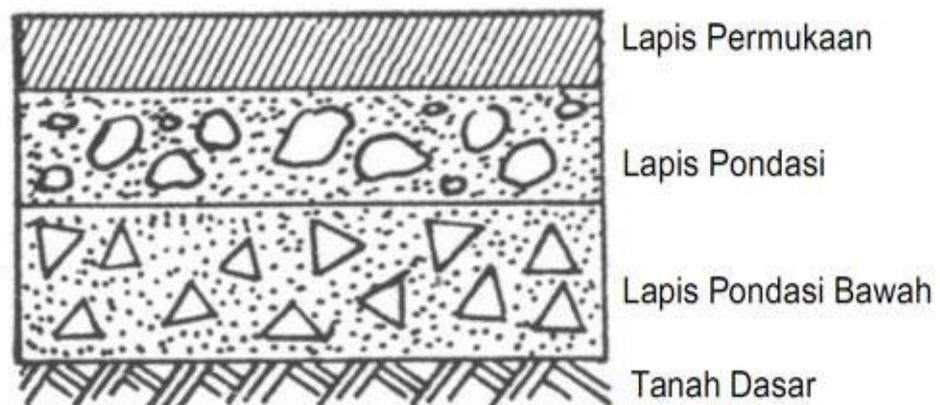
### 2.2.2 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Menurut (Sukirman, 1999) Perkerasan lentur (flexible pavement) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utamanya dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban ke dasar tanah. Struktur dari perkerasan lentur ini dapat dilihat pada **Gambar 2.1** tersusun atas dari 4 lapisan utama

, yaitu :

1. Lapis permukaan (*Surface Course*)
2. Lapis pondasi atas (*Base Course*)
3. Lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*)
4. Lapisan Aus (*Wearing Course*)

Menurut (Yonder dan Witczak, 1975), Lapis aus (wearing course) adalah lapisan di antara lapisan pondasi (base). Komponen penting dalam lapisan aus adalah lapisan permukaan (surface course) lapis Pengikat (binder course).



**Gambar 2.1** Struktur perkerasan lentur

## **2.3 Karakteristik Material**

pada penelitian ini, terdapat 4 (empat) jenis bahan utama yang di gunakan yakni agregat kasar , agregat halus, filler, dan aspal.

### **2.3.1 Agregat**

Menurut (Sukirman, 1999) 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. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Menurut (Kerbs Walker, 1971) 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 .

#### **1) Klasifikasi Agregat**

Klasifikasi Agregat Berdasarkan Proses Terjadinya Menurut Silvia Sukirman (1999), Klasifikasi agregat berdasarkan asal kejadiannya dapat dibedakan atas batuan beku , batuan sedimen, dan batuan metamorf .

##### **1. Batuan beku**

Batuan beku adalah batua yang terbentuk dari membekunya magma cair yang terdesak ke permukaan pada saat gunung berapi meletus. Batuan beku ini dibedakan menjadi dua, yaitu :

- a) Batuan beku luar, 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, andesit, rhyolite dan basalt.

- b) Batuan beku dalam, berasal dari magma yang tidak dapat keluar dari bumi kemudian mengalami pendinginan dan membeku secara perlahan

## 2. Batuan sedimen

Batuan sedimen berasal dari campuran mineral, sisa-sisa hewan, dan tumbuhan. Batuan jenis ini biasanya terdapat pada lapisan kulit bumi, hasil endapan di danau, laut, dan lain sebagainya.

## 3. Batuan metamorf

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

### a. 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 di bukit-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 inibiasanya 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 dengan menggunakan Stone Crusher. Agregat buatan mempunyai ukuran partikel  $< 0,075$ mm.

## b. Klasifikasi Agregat Berdasarkan Ukuran Butirnya

Berdasarkan butirnya agregat dapat dibedakan menjadi :

Menurut (ASTM):

- 1) Agregat kasar, mempunyai ukurannya lebih besar dari saringan 4,75 mm (saringanNo.4).
- 2) Agregat halus, mempunyai ukurannya kecil dari saringan 4,75 mm (saringanNo.4).

- 3) Abu batu/mineral filler merupakan agregat halus yang lolos saringan No. 200.

## 2) Sifat Agregat

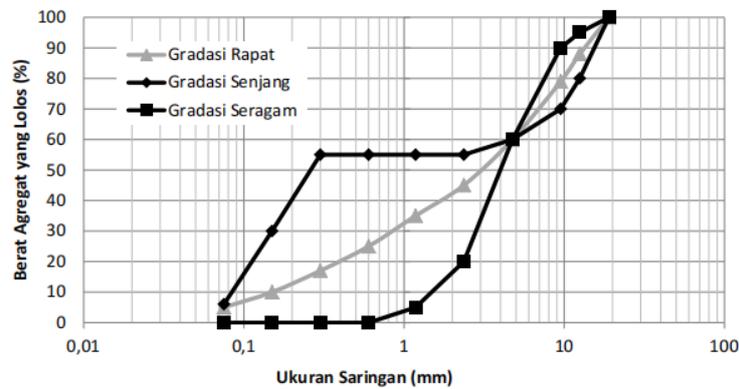
Menurut (Sukirman, S.2003) Adapun sifat-sifat agregat yang perlu diperiksa antara lain yaitu sebagai berikut:

### 1. Gradasi

Gradasi mempengaruhi rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

- a. 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.
- b. Gradasi Rapat (Dense Graded) atau Gradasi Baik (Well Graded) I merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang dan akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi.
- c. 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.

Macam-macam gradasi agregat dapat dilihat pada gambar disamping :



**Gambar 2.2** gradasi agregat

**Tabel 2.1** Ukuran Bukaannya Saringan

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Ukuran Saringan	Bukaan (mm)
4 inch	100	3/8 inch	9,5
3 ½ inch	90	No. 4	4,75
3 inch	75	No. 8	2,36
2 ½ inch	63	No. 16	1,18
2 inch	50	No. 30	0,6
1 ½ inch	37,5	No. 50	0,3
1 inch	25	No. 100	0,15
¾ inch	19	No. 200	0,075
½ inch	12,5		

(Sumber :SNI 03-1968-1990)

## 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%.
- c. Kebersihan agregat Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir-butir halus yang lolos saringan No.200 seperti adanya lempung, lanau, ataupun adanya tumbuhtumbuhan pada campuran agregat.

### 3. 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 pengaruhkelembaban, kepanasan, dan 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 Los Angeles, sesuai dengan SNI 2417-2008 atau AASHTO 96-87.

### 4. Bentuk dan tekstur permukaan agregat

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

### 5. Daya lekat terhadap aspal

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

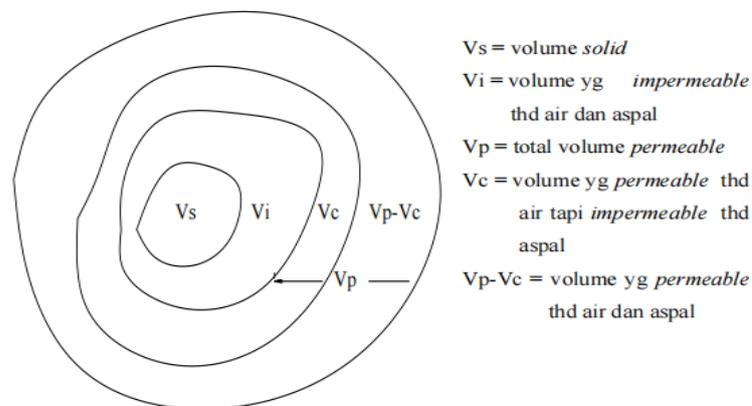
a. Sifat mekanis yang tergantung dari:

- 1) Pori-pori dan absorpsi
- 2) Bentuk dan tekstur permukaan
- 3) Ukuran butir agregat

b. Sifat kimiawi dari agregat.

1) Berat jenis agregat

Menurut (Krebs and walker, 1971) 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. Berat jenis agregat dapat digambarkan seperti gambar dibawah ini .



**Gambar 2.3** Pertimbangan Volume Pori Agregat untuk Penentuan SG Sumber:  
Krebs and Walker (1971) dalam Thanaya (2008)

Ada beberapa jenis berat jenis agregat, yaitu:

a) Berat jenis bulk

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

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

Keterangan :

$\gamma_w$  = 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

SG ini didasarkan atas asumsi bahwa aspal meresap 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:  $V_s + V_i$

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

c) Berat jenis efektif

SG Bulk dan SG Apparent didasarkan atas dua kondisi ekstrem. Asumsi yang realistis adalah bahwa aspal dapat meresap sampai ke  $(V_p - V_c)$ . Oleh karena itu SG atas asumsi ini disebut SG efektif.

$$\text{Effective SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_i + V_c) \times \gamma_w}$$

Keterangan:

$V$  = volume total dari agregat

$V_p$  = volume pori yang dapat diresapi air

$V_s$  = volume partikel agregat

$V_i$  = volume pori yang tidak dapat diresapi air

$W_s$  = berat kering partikel agregat

$\gamma_w$  = berat volume air

### 2.3.2 Lateks

Menurut (Goutara et al., 1985) Lateks adalah 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 dan Sementara itu, menurut 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.

menurut (Loo, 1980) 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 lemak, 0,2% gula, dan 0,5% garam-garam mineral.

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

1. Fraksi lateks (37%): Karet (isopren), protein, lipida, dan ion logam.
2. Fraksi Frey Wyssling (1-3%): Karotenoid, lipida, air, karbohidrat dan inositol, protein dan turunannya.
3. Fraksi serum (48%): Senyawaan nitrogen, asam nukleat dan nukleotida, senyawa organik, ion anorganik, dan logam.
4. Fraksi dasar (14%) Air, protein dan senyawaan nitrogen, karet dan karotenoid, lipida dan ion logam.

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. Dialam 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 karetenoid selanjutnya setiap penambahan kepala sampai ekor dengan peran penting IPP akhirnya menghasilkan politerpenes karet.

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, merusakkan 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 yang mudah menguap. Penambahan bahan kimia pengawet seperti amonia (NH<sub>3</sub>) 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).

**Tabel 2.2** Komponen Lateks

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

(sumber: suparto (2002))

### 2.3.3 Aspal

Aspal adalah bahan alam dengan komponen kimia hidrokarbon, hasil 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 mempunyai adhesi yang baik terhadap agregat yang dilapisi
- 3) Aspal tidak peka terhadap perubahan suhu dilapangan
- 4) Aspal mudah dikerjakan
- 5) Aspal mempunyai kohesi yang baik
- 6) Aspal tidak cepat rapuh atau lapuk

- 7) Aspal aman saat pengerjaan
- 8) Aspal homogeny dan tidak berubah selama penyimpanan
- 9) Aspal memberikan kinerja yang baik terhadap campuran

## 1. Jenis Aspal

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

- a. Aspal Alam Aspal alam terbentuk apabila deposit minyak mentah dalam perut bumi terdestilasi secara alami. Aspal ini bias muncul ke permukaan bumi melalui celah/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 kedalam batuan porus akan terbentuk 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 retakretak kulit bumi. Setelah minyak menguap, maka tinggal aspal yang melekat pada batuan yang dilalui.
- b. Aspal minyak (*Petroleum Asphalt*) Berbentuk padat atau semi-padat sebagai cikal bakal bitumen, yang diperoleh dari penirisan minyak. Aspal minyak dibedakan menjadi :
  - Aspal Keras-panas (*Asphaltic-Cement,AC*) Aspal ini berbentuk padat pada temperature ruangan. Di Indonesia aspal semen dibedakan dari nilai penetrasinya, misal : AC dengan penetrasi 40/50, 60/70, 85-100) Aspal dengan penetrasi rendah digunakan didaerah cuaca panas atau lalulintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal dengan penetrasi 21 tinggi digunakan ditempat bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah.
  - 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.

- 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

## 2. Sifat Aspal

Aspal mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Daya tahan (Durability) Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan.
- b. Kepekaan terhadap temperatur Aspal adalah bahan yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak jika temperatur bertambah.
- c. Adhesi dan kohesi Adhesi yaitu ikatan antara aspal dan agregat pada campuran aspal beton. Sifat ini dievaluasi dengan menguji sepesimen dengan test stabilitas 22 Marshall. Kohesi adalah ketahanan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.
- d. 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 yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi.

### 3. Pemeriksaan Aspal

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

a. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Berat jenis aspal

adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi 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).

b. 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.

c. 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  $\leq 1$  °C) pada saat bola baja menembus aspal karena leleh dan menyentuh plat dibawahnya (sejarak 1inch = 25,4mm). Pengujian dilaksanakan dengan alat 23 'Ring and Ball Apparatus'. Manfaat dari pengujian titik lembek ini adalah digunakan untuk menentukan temperatur kelelehan dari aspal.

d. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu pada aspal terlihat nyala singkat di permukaan 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.

e. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

tarik 5 cm/menit. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat yang lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.

**4. Karakteristik Aspal Keras Aspal keras**

dibedakan atas tingkat penetrasinya (ukuran ketebalan 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 seperti yang disyaratkan pada **Tabel 2.3**

**Tabel 2.3** Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70

NO	JENIS PENGUJIAN	Metoda Pengujian	ASPAL PEN 60/70
1	Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI 2456-2011	60-70
2	Titik Lembek (°C) 1	SNI 2434:201	≥48
3	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥100 ≥100
4	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥232
5	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥99
6	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥1,0
7	Berat yang Hilang (%) 1	SNI 06-2441-199	≤0,8
8	Viskositas Kinematis 135 °C (cSt) 0	SNI 06-6441-200	≥300

(Sumber: Kementerian PU RI-Ditjen Bina Marga, (2010) Rev. 3)

## 2.4 Campuran Beton Aspal

Aspal beton (hotmix) adalah campuran agregat kasar, agregat halus dan 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*.

### 2.4.1 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), merupakan jenis campuran aspal beton yang digunakan sebagai lapis pondasi atas konstruksi perkerasan jalan untuk lalu 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.

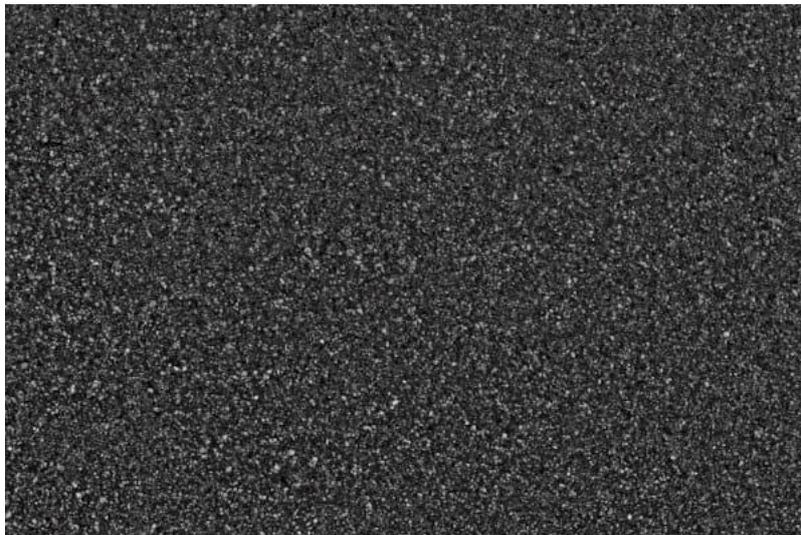
4. *Hot Rolled Sheet (HRS)*, digunakan sebagai lapis permukaan dengan lalu

#### **2.4.2 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.

Bentuk permukaan aspal dapat dilihat pada gambar dibawah ini



**Gambar 2.4** bentuk permukaan aspal padat

#### **2.4.3 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 pekerjaan. Untuk itu diperlukan pencampuran dari berbagai ukuran agregat seperti yang tersedia di lapangan.

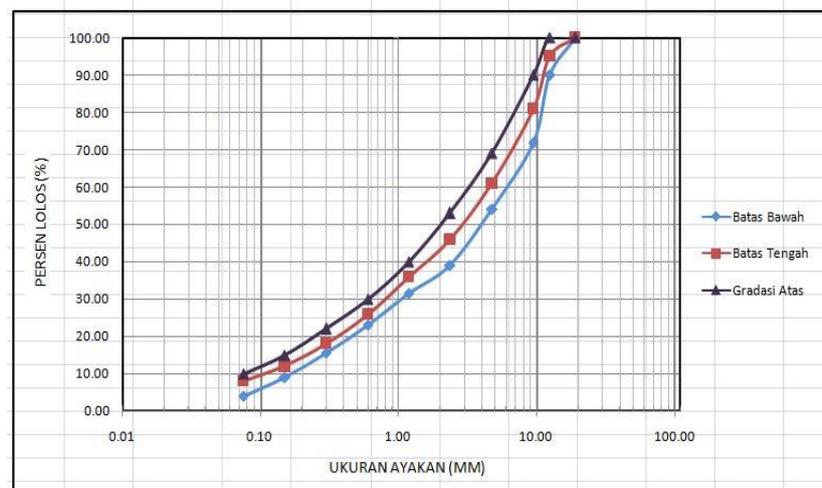
Penggunaan aspal beton biasanya digunakan untuk lalu lintas sedang karena memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg dengan 2x75 tumbukan, sehingga aspal beton cukup optimal digunakan untuk lalu lintas tinggi dikarenakan mampu menahan beban diatas 800 kg.

Adapun syarat gradasi - gradasi agregat untuk campuran aspal beton dapat dilihat pada **Tabel 2.4**

**Tabel 2.4** Syarat gradasi agregat

Ukuran Saringan	% Berat Lolos		
	AC-WC	AC-BC	AC-BASE
37,5			100
25,0		100	90-100
19,0	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 Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, 2018)



**Gambar 2. 5** Grafik pembagian butir Agregat campuran Aspal Beton (AC-WC)

#### 2.4.4 Spesifikasi Campuran Beton Aspal

Kinerja beton aspal diperoleh melalui hasil pengujian karakteristik campuran beraspal. Spesifikasi untuk beton aspal dibatasi pada nilai nilai dapat di lihat pada **Tabel 2.5** sebagai berikut :

**Tabel 2.5** Spesifikasi Campuran Beton Aspal

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 Tumbukan per Bidang		75				112	
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,5					
	Maks.	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 Kepadatan Membal (%)	Min.	2,5					

(sumber binamarga ,2010)

### 2.4.5 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. 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 ( $G_{mb}$ ) dapat diukur dengan mempergunakan hukum Archimedes, yaitu

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

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 :

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

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 agreg

3. Perhitungan Jumlah Kadar Aspal yang Terserap

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} G_b$$

Dimana :

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

$G_{se}$  : Berat spesifik agregat

Gsb : Berat jenis bulk agregat

Gb : 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.