

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

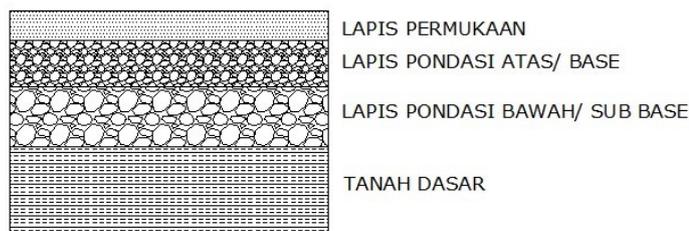
#### A. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat (Tenriajeng, 2002). Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas (Sukirman, 1999) :

1. 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.
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan fondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. 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.

#### B. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi atas (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Sedangkan susunan lapis perkerasan adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

## 1. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat - sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan Modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai *test soil index*.

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain (Sulistiyono, 2006) :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu lintas.
- b. Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
- c. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas untuk jenis tanah tertentu.
- d. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi.
- e. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.

## 2. Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak. (Sulistiyono, 2006)

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.

d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

### 3. Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi atas antara lain (Sulistyo, 2006) :

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

### 4. Lapis Permukaan

Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi.

Fungsi lapis permukaan antara lain (Sulistyo, 2006) :

- a. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

## C. Perkerasan Kaku (*Rigit Pavement*)

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (*slab*) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. (Nikmah, 2013)

## D. Gabungan Rigid dan Flexible Pavement ( *Composite Pavement* )

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan

aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya. (Sarkol, 2016)

### **E. Aspal**

Aspal merupakan bahan utama dalam perkerasan jalan. Aspal memiliki beberapa jenis, yaitu aspal alam, aspal keras, aspal cair, dan aspal modifikasi. Aspal memiliki sifat *viskoelastis* yaitu sifat untuk mencair pada suhu tinggi dan memadat pada suhu rendah. Sifat yang dimiliki aspal tersebut merupakan hal utama yang menjadikan aspal sebagai bahan utama dalam perkerasan jalan karena dapat mengikat bahan-bahan pencampur perkerasan jalan. Perkerasan jalan yang baik adalah perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalulintas. (Sitanggang, 2014)

Sifat – sifat aspal yang sangat mempengaruhi perencanaan, produksi dan kinerja campuran beraspal antara lain adalah :

a. Durabilitas

Durabilitas aspal adalah kemampuan aspal untuk menghambat laju penuaan.

b. Titik Lembek Aspal

Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal, suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin ukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin dengan ketinggian tertentu akibat kecepatan pemanasan suhu.

c. Daktilitas Aspal

Daktilitas aspal adalah pengujian untuk mengetahui sifat kohesi dan plastisitas aspal.

d. Adesi dan Kohesi

Adesi adalah kemampuan partikel aspal untuk melekat satu sama lainnya, dan kohesi adalah kemampuan aspal untuk melekat dan mengikat agregat.

e. Pengerasan dan Penuaan Aspal

Penuaan aspal adalah suatu parameter yang baik untuk mengetahui durabilitas campuran beraspal.

f. Kepekaan Aspal Terhadap Temperatur

Kepekaan aspal terhadap temperatur yaitu kepekaan aspal untuk berubah sifat akibat perubahan temperatur.

g. Penetrasi

Penetrasi merupakan perkerasan yang dinyatakan sebagai kedalaman masuknya jarum penetrasi standar secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm.

h. Penurunan Berat Aspal

Kualitas aspal dapat diketahui dari penurunan berat aspal apabila dilakukan dengan tebal dan berat tertentu dalam waktu  $\pm 24$  jam.

### F. Hot Rolled Sheet (HRS-WC)

*Hot Rolled Sheet* (HRS) adalah salah satu jenis campuran aspal panas yang terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar, filler, dan aspal. HRS memiliki susunan agregat bergradasi senjang, dimana terdapat satu bagian fraksi yang tidak terdapat dalam campuran. Karakteristik yang terpenting dari campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas, namun lapisan ini dituntut juga memiliki stabilitas yang cukup dalam menerima beban lalu lintas yang secara langsung bekerja pada lapisan ini. HRS memiliki fungsi sebagai lapisan penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan bawahnya hingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi. Sifat-sifat dari HRS antara lain adalah kedap terhadap air, tahan terhadap keausan lalu lintas, memiliki kekenyalan yang tinggi, mampu digunakan pada jalan dengan lalu lintas padat, tikungan tajam, perempatan jalan, dan daerah yang permukaan jalannya bisa menahan beban roda berat (Masykur, 2001).

### G. Agregat

Agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan untuk campuran aspal, yang dapat berupa berbagai jenis butiran-butiran atau pecahan yang termasuk di dalamnya antara lain pasir, kerikil, agregat pecah, debu batu agregat dan lain-lain. Agregat merupakan komponen utama

dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Fannisa dan Wahyudi, 2010)

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah :

- a. Gradasi
- b. Kekerasan
- c. Kebersihan
- d. Tekstur permukaan
- e. Bentuk butir
- f. Ketahanan agregat
- g. Porositas
- h. Daya kelekatan terhadap aspal
- i. Berat jenis
- j. Kemampuan untuk menyerap air

Pembagian agregat berdasarkan ukuran butiran menurut Bina Marga (2002) :

- Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari saringan No. 4 (4,75 mm)
- Agregat Halus, adalah agregat dengan ukuran butiran lebih halus dari saringan No. 4 (4,75 mm)
- Bahan pengisi (*Filler*), adalah bagian dari agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No. 200 (0,075 mm)

#### **H. Styrofoam**

*Styrofoam* yang memiliki nama lain *polystyrene* adalah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Pada suhu ruangan, *polistirena* biasanya bersifat padat, dapat mencair pada suhu yang lebih tinggi. *Polistirena*

pertama kali dibuat pada tahun 1893 oleh Eduard Simon, seorang apoteker Jerman.

*Polystyrene* ini sangat ringan, kaku, tembus cahaya, dan murah, tetapi cepat rapuh. Karena kelemahannya tersebut, polystyrene dicampur dengan seng dan senyawa butadiene. Hal ini menyebabkan polystyrene kehilangan sifat jernihnya dan berubah warna menjadi putih susu. (Hariady dkk, 2014)

*Styrofoam* yang di modifikasi dengan aspal telah lama dikenal untuk memperbaiki sifat reologi aspal pada suhu rendah dan tinggi, serta membuat daya tahan lebih lama 3 kali lipat di bandingkan dengan aspal konvensional. Meskipun harga aspal yang di modifikasi dengan *styrofoam* jauh lebih tinggi dari aspal konvensional, keuntungan yang di peroleh dengan penambahan umur aspal modifikasi tersebut menjadikan total harga yang lebih murah.

Produksi aspal modifikasi dengan *styrofoam* dilakukan dengan cara tradisional yang sederhana yaitu mencampur aspal yang di panaskan lebih dari 200 °C dengan beberapa persen berat *styrofoam*. Produk yang dihasilkan mempunyai kekentalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan aspal konvensional pada rentang suhu yang cukup luas. Keuntungan lain dengan meningkatkan sifat impermeabilitas atau tidak tembus. Tapi perlu di pertimbangkan juga kekurangannya yaitu hal yang berkaitan dengan proses persiapan selama penyimpanan campuran panas.

Beberapa studi menunjukkan bahwa penambahan bahan kimia dapat mengikat *styrofoam* dan aspal sehingga mengurangi pemisahan dan menghasilkan produk homogen yang lebih tahan lama. Pemisahan yang terjadi menurun drastic menjadi 5-7%. Hal ini dikarenakan terjadinya ikatan kimia bukan hanya campuran fisik. Peningkatan stabilitas campuran dan sifat yang lebih homogen mengurangi biaya penyimpanan dan meningkatkan umur jalan yang di aspal. Sifat baik yang muncul adalah meningkatkan sifat reologi pada suhu rendah dan tinggi (Rahmawati, 2016).

### **I. Penggunaan *Styrofoam* Sebagai Bahan Campuran dalam Aspal**

Studi-studi mengenai perbandingan hasil parameter uji *Asphalt concrete Wearing Coarse* modifikasi antara lain :

1. Saleh (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Karakteristik Campuran Aspal dengan Substitusi *styrofoam* pada aspal penentrasi 60/70” melakukan penelitian dengan penambahan limbah *styrofoam* untuk meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan pengikat beton aspal. Dalam tujuan penelitiannya adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus dengan substitusi *styrofoam* kedalam aspal penetrasi 60/70. Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi terbuka dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% sebelum substitusi *styrofoam*. Selanjutnya dilakukan pengujian dan perhitungan parameter Marshall, *Cantabo Loss (CL)*, dan *Asphalt Flow Down (AFD)* untuk mendapatkan KAO. Setelah KAO diperoleh, dibuat benda uji pada KAO dan variasi  $\pm 0,5$  dari nilai KAO dengan variasi substitusi *styrofoam* 5%, 7% dan 9%. Uji permeabelitas dan durabilitas pada kadar aspal terbaik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh KAO sebesar 5,76% dan kadar aspal terbaik pada 6,26% dengan substitusi *styrofoam* 9%, dimana semua parameternya telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan kecuali nilai stabilitas yang hanya 495,92 kg atau sedikit dibawah spesifikasi yang disyaratkan *Australian Asphalt Pavement Association* (1997) untuk lalu lintas sedang yaitu minimum 500 kg.
2. Aquina (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “ Pengaruh Subtitusi *styrofoam* kedalam aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik campuran aspal” memodifikasi sifat fisik dan kimia aspal dengan material tambahan, diantaranya dengan material tambahan yaitu *styrofoam* dan untuk material lainnya yaitu aspal penetrasi 60/70 dan agregat. Untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO) berdasarkan metode Australia dengan parameter nilai *Cantabro loss (CL)*, *Asphalt Flow Down (AFD)* dan *Void in mix (VITM)*. Gradasi mengikuti gradasi terbuka dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% tanpa variasi penggunaan *styrofoam*. Selanjutnya dilakukan pengujian dan perhitungan Marshall, CL dan AFD untuk mendapatkan KAO. Setelah KAO diperoleh, dibuat benda uji pada KAO dan variasi  $\pm 0,5$  dari nilai KAO dengan variasi substitusi *styrofoam* 5%,

7% dan 9%, Uji permeabilitas dan durabilitas pada kadar aspal terbaik. Berdasarkan penelitian diperoleh KAO sebesar 5,76% dan kadar aspal terbaik pada 6,26% dengan substitusi *styrofoam* 9%, dimana semua parameter nya telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan kecuali nilai stabilitas yang belum memenuhi yang disyaratkan *Australian Asphalt Pavement Association* (1997) untuk lalu lintas sedang yaitu minimum 500 kg.

Stabilitas tertinggi diperoleh pada kadar aspal terbaik yaitu sebesar 492,92 kg. Untuk kadar rongga dalam campuran (VITM) turun dengan perubahan yang relatif kecil (berkisar 13,79%-10,06%). Pada kadar aspal terbaik diperoleh nilai CL sebesar 15,27%, nilai AFD sebesar 0,23%, permeabilitas diperoleh sebesar 0,1447 cm/detik dan nilai durabilitas  $\leq 90\%$  yaitu sebesar 80,613%.

3. Asaryanti (2016) dalam penelitiannya berjudul “Pengaruh Limbah Padat *Styrofoam* dengan Variasi 0%, 2%, 4%, dan 6% pada Campuran AC-WC Ditinjau dari Karakteristik *Marshall*” melakukan penelitian dengan penambahan limbah *styrofoam* untuk meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan pengikat beton aspal. Dalam tujuan penelitiannya adalah untuk mengetahui kinerja campuran aspal dan *styrofoam* dengan metode *Marshall*. Aspal yang digunakan adalah penetrasi 60/70. Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi menerus dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Selanjutnya dilakukan pengujian dan perhitungan parameter Marshall untuk mendapatkan KAO. Nilai KAO yang diperoleh adalah 6%, setelah nilai KAO diperoleh dibuat benda uji pada KAO dengan variasi penambahan *styrofoam* 0%, 2%, 4%, dan 6%.

Dari pengujian diperoleh hasil perubahan karakteristik *Marshall* yaitu nilai stabilitas semakin meningkat dengan bertambahnya kadar *styrofoam* dan memenuhi persyaratan minimal untuk stabilitas sebesar 1000 kg. Nilai kelelahan tertinggi 3,9 untuk kadar 0%, dan terendah adalah 2,46 untuk kadar 6%. VITM mengalami penurunan sebanding dengan penambahan kadar *styrofoam*, pada kadar 6% diperoleh VITM 3,375%.

Nilai VMA pada 0% kadar *styrofoam* sebesar 17,904%, pada 2% kadar *styrofoam* sebesar 17,706%, untuk *styrofoam* kadar 4% nilai VMA 17,52% dan kadar *styrofoam* 6% nilai VMA 16,99%. Nilai VFWA pada campuran dengan kadar *styrofoam* 0% sebesar 75,203%, kadar 2% sebesar 76,227%, kadar 4% sebesar 77,186%, dan pada kadar 6% sebesar 80,133%. Nilai MQ tertinggi terjadi pada campuran kadar *styrofoam* 6% sebesar 734,085 kg/mm, kadar 4% sebesar 510,302 kg/mm, kadar 2% sebesar 500,763 kg/mm, dan untuk kadar 0% *styrofoam* sebesar 405,246 kg/mm.