

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi yang terdiri dari lapisan-lapisan yang terletak di atas tanah dasar, baik berupa tanah asli maupun tanah timbunan yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas, kemudian menyebarkan ke badan jalan sampai ke tanah dasar. Tekanan yang diterima akibat beban lalu lintas tidak boleh melampaui daya dukung tanah dasar tersebut.

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas 3 (tiga) macam yaitu :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu lapis keras yang menggunakan aspal sebagai pengikat, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu lapis yang menggunakan semen portland sebagai pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulang diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu lapis keras lentur di atas lapis keras kaku atau sebaliknya.

Dalam penelitian ini hanya akan dilakukan pengujian terhadap perkerasan lentur khususnya untuk lapis permukaan jalan. Konstruksi perkerasan lentur pada umumnya terdiri atas :

1. Lapis permukaan (*surface course*)
2. Lapis fondasi atas (*base course*)
3. Lapis fondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapis tanah dasar (*subgrade*)

Adapun fungsi masing-masing lapis konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Fungsi lapisan permukaan yaitu :
 - a. Sebagai lapis perkerasan penahan beban roda, yaitu lapis yang mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
 - b. Sebagai lapisan kedap air
 - c. Sebagai lapisan (*wearing course*) yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
 - d. Sebagai lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawahnya.
2. Fungsi lapisan fondasi atas yaitu :
 - a. Sebagai bagian dari perkerasan yang menahan gaya yang terjadi dari beban roda kendaraan
 - b. Memberikan bantalan terhadap lapis permukaan
3. Fungsi lapisan fondasi bawah yaitu :
 - a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda kendaraan.
 - b. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan fondasi.

- c. Sebagai lapis untuk mencegah masuknya air dari tanah dasar ke dalam lapisan fondasi.

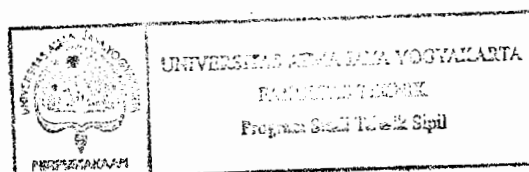
Tanah dasar sangat adhesif terhadap air. Air yang korosif yaitu memiliki kandungan O_2 (lebih bersifat asam) yang sangat tinggi, mampu untuk memecahkan partikel-partikel butiran batuan sehingga mampu untuk meresap di dalamnya. Lapis fondasi bawah berupa butiran batuan dengan ukuran besar sehingga rongga antar batumannya relatif besar, hal ini membuat air kapiler dari tanah dasar sudah naik ke lapis fondasinya.

3.2. Split Mastic Asphalt

Split Mastic Asphalt adalah campuran aspal panas dengan agregat dengan tambahan *additive Road Cel 50* (serat selulosa), yang dapat membuat jalan aspal beton lebih tahan gelombang karena muatan lebih (*overloading*).

Campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa adalah lapis permukaan yang mempunyai nilai struktural yang tinggi. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh campuran SMA yang mengacu pada Bina Marga 1987 adalah sebagai berikut :

| | |
|---|-----------|
| 1. Stabilitas <i>Marshall</i> (kg) | min 670 |
| 2. Rongga terisi aspal (VFWA), % | 75 - 85 |
| 3. Kandungan serat selulosa (% total campuran terhadap berat) | min 0,3 |
| 4. Kelelehan (mm) | min 2 |
| 5. Rongga dalam campuran (VITM), % | 3,0 – 5,0 |
| 6. Hasil bagi <i>Marshall</i> (kg/mm) | 190 -250 |



3.3. Bahan Penyusun

Bahan susun campuran *Split Mastic Asphalt* hampir sama dengan bahan susun yang digunakan pada campuran aspal beton lainnya yaitu agregat dan bahan ikat aspal. Perbedaan pada campuran ini terletak pada komposisi dan gradasi bahan penyusun dari kedua lapis perkerasan tersebut serta ditambahkan serat selulosa sebagai bahan stabilisasi aspal. Untuk mendapatkan perkerasan yang berkualitas baik, maka kedua bahan tersebut harus berkualitas baik, maka kedua bahan tersebut harus berkualitas baik pula, sesuai dengan persyaratan yang ada.

3.3.1. Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari lapis perkerasan, sehingga daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan ditentukan oleh sifat agregat dan campuran antara agregat dengan material lainnya.

Agregat adalah batuan pecah, kerikil, pasir dan komposisi mineral lainnya, baik yang merupakan hasil alam maupun buatan. Menurut asalnya agregat dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu :

1. Agregat alam (*natural aggregate*)
2. Agregat dengan pengolahan (*manufactured aggregate*)
3. Agregat buatan (*syntetic aggregate*)

Adapun gradasi agregat adalah pembagian ukuran butiran dalam campuran agregat. Menurut jenisnya gradasi dibagi atas 3 (tiga) jenis yaitu :

1. Gradasi menerus (*well graded*), yaitu campuran agregat kasar dan halus dalam proporsi berimbang, sehingga sering disebut gradasi rapat.

2. Gradasi timpang (*gap graded*), yaitu gradasi yang dalam campurannya sengaja dihilangkan sebagian agregat berukuran tertentu dan dalam komposisi campuran yang tidak berimbang antara agregat kasar dan agregat halus.
3. Gradasi seragam (*uniform graded*), yaitu campuran agregat yang ukuran butirannya hampir sama (seragam).

Gradasi SMA terletak antara gradasi padat (*well graded*) dan gradasi terbuka/timpang (*gap graded*).

Pada umumnya sifat-sifat dari campuran sebagian besar ditentukan oleh jumlah relatif dari komponen-komponen agregat sebagai berikut :

1. Fraksi agregat kasar, yaitu agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm)
2. Fraksi agregat halus, yaitu ukuran agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,073 mm).
3. Fraksi bahan pengisi (*filler*), yaitu material yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) dan tertahan pan.

Pada *Split Mastic Asphalt*, split merupakan agregat kasar dengan gradasi terbuka dengan jumlah fraksinya tinggi ($\pm 75\%$) sehingga mempunyai karakteristik tingginya kadar *chipping* (agregat dengan ukuran > 2 mm) dan kadar partikel yang berukuran kasar. Gradasi terbuka dengan kadar *chipping* yang tinggi dan agregat yang berukuran paling kasar mempunyai sifat-sifat :

- a. Tahan terhadap deformasi (*rutting resistance*) pada temperatur tinggi dan lalu lintas yang berat. Ketahanan terhadap deformasi ini disebabkan oleh struktur mineral dengan tipe kerangka, yaitu adanya perpindahan gaya langsung

diantara *chipping* yang ada dan mastik berupa aspal mortar yang distabilisasi dengan bahan *additive* menahan struktur *chipping* pada tempatnya.

- b. Tahan terhadap proses pengausan oleh roda ban (*wearing resistance*). Ketahanan terhadap pengausan ini disebabkan oleh adanya kontak langsung antara ban/roda lalu lintas dengan *chipping* yang kasar.
- c. Mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan seragam (homogen).
- d. Memungkinkan penggunaan kadar aspal yang tinggi karena banyaknya rongga yang tersedia pada campuran.
- e. Merupakan campuran yang tidak peka terhadap perubahan gradasi campuran dan dapat diterapkan sebagai lapis tipis.

3.3.2. Aspal

Aspal adalah salah satu komponen kecil dari perkerasan, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal. Pada lapis perkerasan, aspal berfungsi sebagai :

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butiran agregat dan pori-pori yang ada pada agregat tersebut.

Meskipun dalam konstruksi perkerasan, aspal merupakan komponen yang kecil, tetapi kandungan aspal yang digunakan harus sesuai yang disyaratkan Bina Marga minimum 6,5%. Kurangnya kadar aspal menjadi faktor yang dominan terhadap kerusakan awal antara lain :

1. Kurangnya daya lekat butiran agregat, sehingga campuran mudah lepas.

2. Terjadi rongga yang besar dalam campuran.
3. Campuran sulit dipadatkan.

Pada campuran *Split Mastic Asphalt*, kadar aspal yang digunakan jumlahnya relatif tinggi. Kadar aspal yang tinggi tersebut dan dengan gradasi terbuka yang ada akan memberikan sifat-sifat :

- a. Menghasilkan lapisan film aspal yang tebal, sehingga tahan terhadap proses oksidasi, tahan terhadap proses pelapukan oleh sinar matahari dan mempunyai kelekatan yang lebih baik diantara agregat. Hal ini menyebabkan umur (*life time*) dari lapis permukaan bertambah.
- b. Tidak peka terhadap perubahan kadar aspal pada campuran.
- c. Menghasilkan kelekatan yang lebih baik dengan lapisan di bawahnya.
- d. Lebih fleksibel dalam mengatasi perubahan bentuk yang terjadi akibat beban lalu lintas.

Akan tetapi kadar aspal yang tinggi memerlukan proses stabilitas dengan bahan tambah, sehingga meningkatkan kekentalan (viskositas) aspal, menaikkan titik lembek (*softening point*) aspal dan meningkatkan gaya adhesinya, yang pada akhirnya menjadikan lapis perkerasan tahan terhadap deformasi pada suhu atau temperatur tinggi.

3.4. Pengujian Marshall

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Ketahanan (stabilitas) adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban

sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau pound, sedangkan kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh dinyatakan dalam milimeter atau 0,01 inci. Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat *Marshall*, yang dilengkapi dengan arloji pengukur stabilitas campuran dan arloji kelelahan (*flow meter*), kemudian diberikan pembebanan dengan kecepatan 50 mm per menit hingga tercapai pembebanan maksimum. Dari hasil pengujian dengan alat *Marshall* akan diperoleh *Marshall properties* (sifat-sifat *Marshall*) yang terdiri dari :

1. Stabilitas

Kemampuan lapis perkerasan jalan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir, pengujian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Kebutuhan akan stabilitas sesuai dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Kriteria desain *Marshall* untuk stabilitas minimum yang memenuhi spesifikasi SMA dan mengacu pada Bina Marga 1987 adalah minimal 670 kg. Akan tetapi kestabilan yang tinggi menyebabkan lapisan perkerasan menjadi kaku dan cepat mengalami retak.

2. *Flow*

Kelelahan plastis yang merupakan indikator terhadap lentur yaitu menyatakan besarnya deformasi pada lapisan perkerasan akibat pembebanan lalu lintas. Kriteria desain *Marshall* untuk nilai *flow* yang memenuhi

spesifikasi SMA dan mengacu pada Bina Marga 1987 adalah minimal 2 mm. Nilai *Flow* yang tinggi dan melewati batas maksimumnya, menunjukkan campuran bersifat plastis atau fleksibilitasnya tinggi. Hal ini menyebabkan lapis perkerasan mudah berubah bentuk apabila menerima beban. Sebaliknya bila nilai *flow* melewati batas minimumnya maka campuran menjadi kaku dan mudah mengalami retak. Nilai *flow* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu viskositas aspal, kadar aspal, temperatur, gradasi dan jumlah pemadatan.

3. *Void In The Mix* (VITM)

Yaitu persentase rongga udara yang ada terhadap volume padat suatu campuran. Kriteria disain *Marshall* untuk *Void In The Mix* (VITM) yang memenuhi spesifikasi SMA dan mengacu pada Bina Marga 1987 adalah 3 % sampai dengan 5 %. Nilai VITM dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar dan jenis aspal, proses pemadatan dan gradasi agregat. Nilai VITM yang terlalu besar menunjukkan campuran bersifat *porous* sehingga kurang kedap udara dan air, sedangkan nilai VITM yang terlalu rendah menunjukkan kekakuan campuran yang tinggi dan mudah terjadi *bleeding*. VITM, dalam tabel perhitungan notasi VITM yang digunakan adalah n , dengan rumus :

$$n = 100 \times \left(100 - \frac{g}{h} \right) \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan, g : berat isi (gr/ml)

h : berat jenis maksimum teoritis

$$= \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{BJ \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal campuran}}{BJ \text{ aspal}}} \dots \dots \dots (3.2)$$

4. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Adalah prosentase rongga campuran yang terisi aspal. VFWA dan VITM merupakan indikator dari durabilitas, yaitu keawetan atau daya tahan dari lapis perkerasan. Nilai VFWA sangat dipengaruhi oleh kadar aspal sehingga untuk nilai yang terlalu besar menunjukkan campuran mudah mengalami *bleeding* pada suhu tinggi. Untuk nilai VFWA yang terlalu rendah menunjukkan campuran bersifat *porous* dan mudah mengalami oksidasi. Kriteria disain Marshall untuk *Void Filled With Asphalt (VFWA)* yang memenuhi spesifikasi SMA dan mengacu pada Bina Marga 1987 adalah 75% sampai dengan 85%.

VFWA, dalam tabel perhitungan notasi VFWA yang digunakan adalah m ,

$$m = 100 \times \left(\frac{l}{l} \right) \dots \dots \dots (3.3)$$

$$\text{dengan, } i = \frac{(b \times g)}{B.I \text{ aspal}} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$j = \frac{(100 - b)}{B.I \text{ agregat}} \times g \dots \dots \dots (3.5)$$

$$l = 100 - j \dots \dots \dots (3.6)$$

b = prosentase aspal dalam campuran

5. *Density*

Adalah nilai yang menunjukkan kepadatan campuran setelah proses pemadatan atau menyatakan tingkat kerapatan antara aspal dan agregat setelah dipadatkan. Faktor-faktor yang mempengaruhinya adalah aspal, kekentalan aspal, gradasi agregat dan proses pemadatan. Nilai *density* yang tinggi

menunjukkan campuran bersifat kompak dengan sedikit rongga, disebabkan sifat saling mengunci antar butirannya, dan semakin kedap terhadap udara dan air. *Density*, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$g = c / f \dots\dots\dots(3.7)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(3.8)$$

dengan, *c* : berat kering sebelum direndam air (gr)

d : berat dalam kondisi jenuh air (gr)

e : berat dalam air (gr)

f : Volume (ml)

6. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient merupakan hasil bagi dari stabilitas terhadap keelehan yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras yang tinggi. Lapis keras yang mempunyai *Marshall Quotient* terlalu tinggi akan mudah terjadi retak-retak akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang, sebaliknya nilai *Marshall Quotient* yang terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu fleksibel (plastis) yang mengakibatkan lapis keras akan mudah berubah bentuk bila menahan beban lalu lintas. *Marshall Quotient*, diperoleh dengan rumus :

$$MQ = \frac{S}{r} \dots\dots\dots(3.9)$$

dengan, *S* = nilai stabilitas (kg)

r = nilai keelehan (mm)

MQ = nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)