

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Jenis Konstruksi Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang telah mengalami pemadatan dan mempunyai fungsi untuk memikul beban-beban lalu lintas secara langsung dan meneruskannya secara menyebar ke tanah dasar, sehingga beban yang didukung tanah di dasarnya tidak melebihi daya dukungnya.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*),
yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebabkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*),
yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis fondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Kontruksi 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.

Dari ketiga jenis perkerasan di atas, perkerasan lentur masih menjadi pilihan utama, dan paling sering digunakan, karena dinilai lebih menguntungkan dibandingkan dengan jenis perkerasan lainnya.

3.2. Perkerasan Lentur

Dalam penelitian ini hanya akan dilakukan pengujian terhadap perkerasan lentur, khususnya untuk lapis permukaan jalan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang berfungsi di atas tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Menurut Sukirman, S (1999) lapisan-lapisan pada perkerasan lentur terdiri atas :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Surface course merupakan bagian perkerasan yang paling atas dan berfungsi sebagai :

- a. lapis perkerasan penahan beban roda, lapis mempunyai stabilitas tinggi, untuk menahan beban roda selama masa pelayanan,
- b. lapis kedap air, sehingga hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapis di bawahnya dan melemahkan lapis-lapis tersebut,
- c. lapis aus (*wearing course*) lapis yang menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus, dan
- d. lapis yang menyebabkan beban ke lapis bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapis lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan fondasi atas (*base course*)

Base course adalah bagian perkerasan yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis fondasi bawah. Fungsi lapisan fondasi atas ini antara lain sebagai :

- a. bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya,
- b. lapisan peresapan untuk lapisan fondasi bawah, dan
- c. bantalan terhadap lapisan permukaan.

3. Lapisan fondasi bawah (*subbase course*)

Subbase course adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis fondasi atas dan tanah dasar. Lapis fondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- a. bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar,
- b. efisiensi penggunaan material. Material fondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya,
- c. mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal,
- d. lapisan peresapan, agar air tidak terkumpul di fondasi,
- e. lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat besar, dan
- f. lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis fondasi atas.

4. Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*)

Subgrade adalah permukaan tanah asli, permukaan tanah galian, atau timbunan yang telah dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk peletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Bahan *subgrade* umumnya diambilkan dari tanah setempat yang dipadatkan kecuali untuk kondisi perbaikan tanah misalnya stabilitas dengan kapur.

Untuk dapat memenuhi fungsi lapis perkerasan diperlukan suatu perencanaan campuran yang pada garis besarnya adalah menetapkan atau menggabungkan gradasi agregat ekonomis dengan aspal yang optimum, sehingga menghasilkan campuran dengan sifat-sifat yang diharapkan pada hasil akhir berupa :

1. Aspal yang cukup untuk menjamin keawetan perkerasan.
2. Stabilitas yang memadai sehingga memenuhi kebutuhan lalu lintas.
3. Rongga yang memadai dalam total campuran padat sehingga masih memungkinkan adanya sedikit tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas tanpa menjadi *bleeding* dan hilangnya stabilitas, namun cukup rendah untuk mencegah masuknya udara dan kelembaban yang berbahaya bagi keawetan lapis perkerasan.
4. Cukup mudah untuk dapat melaksanakan penghamparan campuran secara efisien tanpa mengalami segregasi.

3.3. Bahan Penyusun

Perkerasan lentur jalan raya mempunyai bahan penyusun utama yang terdiri dari agregat, *filler* sebagai bahan struktural dan aspal sebagai bahan

pengikat. Untuk menghasilkan perkerasan jalan yang berkualitas tinggi, maka bahan-bahan tersebut harus mempunyai kualitas yang baik pula.

1. Agregat

Definisi agregat adalah kumpulan butir-butir batuan pecah, kerikil, dan pasir yang merupakan bahan utama dalam mendukung kekuatan pada konstruksi perkerasan jalan. Fungsi dari agregat sebagai bahan utama ini adalah untuk mendapatkan daya dukung (*stability*) sesuai dengan spesifikasi yang ada. Berdasarkan ukuran butirnya, untuk pekerjaan jalan agregat dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu :

a. agregat kasar,

Agregat kasar (*course aggregate*) adalah agregat yang tertahan No.8 (2,38 mm). Agregat harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, dan bebas dari bahan lain yang mengganggu.

b. agregat halus,

Agregat halus (*fine aggregate*) adalah agregat yang lolos saringan No.8 (2,38 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm). Agregat halus terdiri dari pasir alam atau pasir buatan atau pasir terak atau gabungan daripada bahan-bahan tersebut. Agregat halus yang berasal dari hasil pemecahan batu, harus berasal dari batuan induk yang memenuhi persyaratan agregat kasar.

c. bahan pengisi (*filler*),

Bahan pengisi adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No.30 dimana prosentase berat butir yang lolos saringan No.200 minimum 65%.

Bahan pengisi (*filler*) dapat berupa abu batu, abu kapur padam, semen (PC) atau bahan non platis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Gradasi Bahan Pengisi (*Filler*)

Ukuran saringan	Persentase berat yang lolos
No. 30 (0,590 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95-100
No. 100 (0,149 mm)	90-100
No. 200 (0,074 mm)	65-100

Sumber : Spesifikasi teknik CQCMU Bina Marga 1988

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

Untuk pembagian ukuran butiran dalam campuran agregat ditentukan oleh gradasi. Menurut jenisnya gradasi dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

- a. Gradasi seragam (*uniform graded*) yaitu gradasi yang dalam ukuran butirannya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama atau mengandung agregat halus sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.
- b. Gradasi rapat (*dense graded*) yaitu gradasi yang mempunyai komposisi butiran rapat sehingga apabila campuran dengan gradasi ini dipadatkan akan menghasilkan rongga antar butiran yang relatif kecil.
- c. Gradasi timpang (*gap graded*) yaitu gradasi yang dalam distribusi ukuran butirannya tidak mempunyai salah satu atau beberapa ukuran tertentu.

Gradasi yang digunakan dalam campuran HRS adalah gradasi timpang (celah) keuntungan terpenting dalam penggunaan gradasi timpang (*gap graded*) ini adalah volume rongga udara yang besar sehingga mampu menyerap aspal banyak dalam campurannya.

2. Aspal

Aspal adalah bahan padat dan merupakan senyawa hidrokarbon yang berwarna coklat gelap atau hitam pekat, dan terdiri dari *asphaltense* dan *maltese*.

Aspal didapat secara alamiah maupun dari penyaringan/penyulingan minyak bumi. Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan pengikat antar

agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak. Selain itu aspal juga berfungsi sebagai bahan pengisi dari rongga antara butir-butir agregat sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan kekuatan masing-masing agregat.

Untuk menghasilkan lapis perkerasan yang berkualitas baik maka bahan penyusunannya harus bersifat baik. Sifat-sifat aspal yang dominan pengaruhnya terhadap karakteristik lapis keras adalah :

a. 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, faktor pelaksanaan, dan lain sebagainya.

b. Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperaturnya berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperaturnya bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis yang sama.

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampurkan dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses pelaburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Jadi selama proses pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat.

3.4. Karakteristik Perkerasan

Beberapa sifat dan karakteristik campuran untuk perkerasan jalan adalah :

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan suatu perkerasan untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Usaha yang dilakukan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi dengan mengusahakan penggunaan :

- a. agregat bergradasi rapat,
- b. agregat yang bersudut (*angular*) dan berbentuk lurus,
- c. agregat yang memiliki tekstur permukaan yang kasar, dan
- d. aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar agregat.

2. Fleksibilitas

Fleksibilitas atau kelenturan adalah kemampuan suatu perkerasan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang tanpa mengalami retak dan perubahan volume. Besarnya nilai fleksibilitas dipengaruhi oleh kadar aspal dan gradasi agregat.

Usaha yang dapat dilakukan untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dengan mengusahakan penggunaan :

- a. menambah kadar aspal sehingga VITM kecil,
- b. penggunaan aspal lunak dan aspal dengan daktilitas tinggi, dan
- c. menggunakan agregat dengan gradasi timpang.

3. Kekesatan (*skid resistance*)

Kekesatan adalah kemampuan perkerasan untuk menyediakan kekasaran yang cukup untuk menjaga kendaraan yang lewat di atasnya tidak tergelincir.

4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan terhadap kelelahan adalah kemampuan perkerasan untuk menahan beban berulang tanpa mengalami retak. Ketahanan terhadap kelelahan ini dipengaruhi oleh kadar aspal dan gradasi agregat.

5. Durabilitas

Durabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan untuk menahan terjadinya keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan suhu maupun keausan akibat gesekan roda kendaraan.

6. Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan untuk mencegah masuknya air kedalam campuran. Permeabilitas tergantung dari pemadatan dan rongga dalam campuran.

7. Workabilitas

Workabilitas adalah kemudahan campuran aspal untuk diolah. Workabilitas dipengaruhi oleh gradasi agregat, bentuk agregat, dan temperatur pencampuran karena suhu ini juga mempengaruhi kekerasan bahan pengikat aspal yang bersifat termoplastik.

3.5. Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Marshall*. Metode ini merupakan metode umum digunakan oleh Dirjen Bina Marga. Konsep metode *Marshall* untuk perencanaan campuran perkerasan dikembangkan oleh Bruce Marshall.

Garis besar dari metode *Marshall* adalah prosedur pelaksanaannya dimulai dari penyimpanan benda uji antara lain :

1. Bahan-bahan yang digunakan perlu memenuhi syarat dari pekerjaan yang akan dilaksanakan
2. Campuran agregat kasar dan halus perlu memenuhi susunan butir yang diisyaratkan dalam pekerjaan
3. Agregat yang akan dipakai dikeringkan, dan diayak menurut fraksi-fraksi yang diperlukan

4. Berat jenis agregat dan berat jenis aspal ditentukan lebih dahulu untuk menghitung kepadatan dan rongga (*void*) diantara butir-butir agregat

Dari hasil pemeriksaan *Marshall* ini akan dihasilkan parameter antara lain:

1. Stabilitas

Stabilitas *Marshall* sebenarnya tidak berkaitan langsung dengan stabilitas di lapangan. Hal ini disebabkan stabilitas di lapangan dipengaruhi oleh banyak faktor selain suhu dan kecepatan pembebanan yang konstan yaitu suhu lingkungan yang tidak tetap, tipe pembebanan, tekanan alat pemadat, variabilitas campuran yang dibuat. Stabilitas dalam lingkup berarti kemampuan lapis keras dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi permanen seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Stabilitas tergantung dari gesekan antara batuan (*internal friction*) dan kohesi. Gesekan internal tergantung dari tekstur permukaan agregat, bentuk agregat, kepadatan campuran, dan jumlah aspal. Bila stabilitas didapatkan dari pembacaan angka stabilitas alat tekan *Marshall* terhadap benda uji. Angka ini kemudian dikonversikan dalam satuan kg atau lbs memakai tabel korelasi yang ada. Hasilnya masih harus dikalikan dengan angka ketebalan (tinggi) benda uji.

2. *Density*

Density atau kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume. *Density* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kadar aspal dan kekentalan aspal. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran sampai nilai tertentu mampu meningkatkan nilai *density*-nya untuk kemudian turun. Sedangkan pengaruh kekentalan aspal bersifat sebaliknya, yaitu semakin cair

aspalnya maka semakin besar *density*-nya yang dapat dicapai. Nilai *density* yang tinggi menunjukkan bahwa campuran dengan sedikit rongga, yang akan mempengaruhi durabilitas campuran tersebut. *Density* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$g = c/f \dots\dots\dots (3.1)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan c = berat kering sebelum direndam air (gr)

d = berat dalam kondisi jenuh air (gr)

e = berat dalam air (gr)

f = volume

3. *Flow*

Flow dalam terminologi tes *Marshall* adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan mulai menurun. Pengukuran *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*. Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. *Flow* di dalam tabel perhitungan notasi *flow* yang digunakan adalah r , yang dibaca arloji kelelahan, untuk mengukur deformasi plastis yang terjadi dan dinyatakan dalam satuan 0,01 mm.

4. *Void In The Mix* (VITM)

Void In The Mix (VITM) adalah prosentase rongga udara yang ada terhadap volume padat suatu campuran. VITM sama artinya dengan porositas dan nilainya akan berkurang seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam

campuran, karena rongga antar agregat akan semakin terisi aspal. Porositas dipengaruhi antara lain oleh suatu pemadatan, gradasi, energi pemadat dan kadar aspal. VITM dalam tebal perhitungan notasi VITM yang digunakan adalah n , dengan rumus :

$$n = 100 \times \left(100 - \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots (3.3)$$

dengan ,

g = berat isi (gr/ml)

h = berat jenis maksimum teoritis

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{BJ \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal campuran}}{BJ \text{ aspal}}} \dots\dots\dots (3.4)$$

5. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Void Filled With Asphalt (VFWA) adalah prosentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. Nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi. Sedangkan nilai VFWA yang terlalu rendah berarti campuran bersifat poros dan mudah teroksidasi. VFWA, dalam tabel perhitungan notasi VFWA yang

digunakan adalah m , dengan $m = 100 \times \left(\frac{i}{j} \right) \dots\dots\dots (3.5)$

dengan $i = \frac{(b \times g)}{BJ \text{ aspal}} \dots\dots\dots (3.6)$

$$j = \frac{(100 - b)}{BJ \text{ agregat}} \times g \dots\dots\dots (3.7)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots (3.8)$$

b = prosentase aspal dalam campuran

6. Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagian dari stabilitas terhadap kelelahan 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 bila menahan beban lalu lintas.

Marshall Quotient, diperoleh dengan rumus :

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

dengan

S = nilai stabilitas (kg)

r = nilai kelelahan (mm)

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