

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar setelah dipadatkan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, yang selanjutnya beban tersebut diteruskan ke atas tanah dan tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan.

Konstruksi perkerasan dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. perkerasan lentur (Flexible Pavement), perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikatnya,
2. perkerasan kaku (Rigid Pavement), perkerasan yang menggunakan semen portland sebagai bahan ikatnya, dan
3. perkerasan komposit (Composite Pavement), merupakan gabungan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Pada uraian ini yang dibahas adalah perkerasan lentur dengan menggunakan bahan aspal emulsi.

Perkerasan lentur jalan tersusun dari bagian-bagian sebagai berikut ini.

- a. Tanah dasar (Subgrade), bagian ini berfungsi sebagai tempat perletakan lapisan pondasi dan memberikan daya dukung terhadap lapisan di atasnya.
- b. Lapis pondasi bawah (Sub Base Course), bagian ini berfungsi untuk menahan beban dari atas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.

- c. Lapis pondasi atas (Base Course), lapisan ini berfungsi sebagai lapisan pendukung bagi lapis permukaan dan ikut menahan gaya geser.
- d. Lapis permukaan (Surface Course), lapisan ini berfungsi untuk menahan gaya vertikal, horizontal dan gaya gesek roda kendaraan di atasnya, lapis permukaan harus rata sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pemakai lalu lintas.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Selain harus mudah dikerjakan di lapangan, lapis perkerasan juga harus memenuhi karakteristik tertentu sehingga didapatkan lapis perkerasan yang kuat, awet, aman dan nyaman untuk melayani lalu lintas.

Karakteristik dari lapis perkerasan tersebut juga tidak bisa dilepaskan dari pemahaman yang baik dari sifat bahannya, khususnya perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran. Adapun unsur-unsur yang harus dimiliki dari lapis keras adalah :

1. stabilitas,
2. keawetan (durability),
3. fleksibilitas (kelenturan),
4. ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance), dan
5. kemudahan pelaksanaan (workability).

Unsur-unsur di atas tidak bisa dimaksimalkan bersama-sama untuk itu diusahakan agar memperoleh harga optimum dengan cara mengadakan kompromi diantara kondisi-kondisi yang menentukan.

3.2.1 Stabilitas

Pengertian tentang stabilitas lapis perkerasan adalah besarnya kemampuan lapis keras tersebut untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Hal ini sangat diperlukan untuk keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan.

Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu-lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri atas kendaraan penumpang saja.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar butir partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi, dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

1. agregat dengan gradasi yang rapat (dense graded),
2. agregat dengan permukaan yang kasar,
3. aspal emulsi dengan penetrasi residu rendah, dan
4. aspal emulsi dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Memaksimalkan stabilitas berarti dapat menurunkan fleksibilitas dan kemudahan pelaksanaan, dengan gradasi rapat dan saling mengunci perkerasan akan kaku, dan tidak cukup fleksibel, sehingga agregat yang permukaannya kasar dan bersudut akan sulit untuk digeser satu sama lain.

3.2.2 Keawetan/ Daya tahan (Durabilitas)

Durabilitas diperlukan pada lapis permukaan sehingga lapisan mampu menahan pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan yang lewat. Pada umumnya durabilitas yang baik untuk campuran perkerasan dilaksanakan dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang rapat dan dipadatkan dengan sempurna. (*Silvia Sukirman, 1993*)[9]

3.2.3 Kelenturan (Fleksibilitas)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu-lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

1. penggunaan agregat bergradasi renggang sehingga di peroleh Voids in Mineral Agregat (VMA) yang besar,
2. penggunaan aspal dengan penetrasi yang tinggi, dan
3. penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh Voids In Mix (VIM) yang kecil. (*Silvia Sukirman, 1993*)[9]

3.2.4 Ketahanan Kelelahan (Fatigue Resistance)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis perkerasan dalam menerima beban; ketahanan dari terjadinya kelelahan yang berupa alur (ruting) dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan menga-

- kibatkan kelelahan yang lebih cepat, dan
2. VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi akan mengaktifkan lapis perkerasan menjadi fleksibel. (*Silvia Sukirman, 1993*)[9]

3.2.5 Kemudahan Pelaksanaan (Workability)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

1. gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain,
2. kandungan bahan pengisi (filler) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar, dan
3. untuk jenis aspal emulsi, terutama pada proses penguaipan airnya (setting).

3.3 Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR)

Campuran Emulsi Bergradasi Rapat adalah campuran antara aspal emulsi dan agregat bergradasi menerus, dicampur sebagai campuran dingin.

Pencampuran dan pemadatan tidak memerlukan pemanasan pada tahap manapun dan berlangsung pada suhu ruangan. Semua campuran direncanakan sama seperti pada aspal panas, dan kriteria perancangannya adalah :

1. stabilitas Marshall rendaman,
2. penyerapan air sesudah perendaman,
3. tingkat penyelimutan agregat, dan

4. banyaknya rongga dalam campuran.

CEBR dapat dicampur dalam suatu instalasi pencampuran yang "stasioner" atau dilokasi dengan menggunakan instalasi yang dapat dipindah sedang CEBR sendiri dapat disimpan/ diperam lebih dahulu sebelum dihampar, misal pada kondisi lapangan yang tidak memungkinkan (hujan atau belum siap).

3.4 Bahan Penyusun

3.4.1. Aspal Emulsi

Aspal Emulsi digolongkan dalam 3 kategori berdasarkan muatan listrik pada permukaan partikel aspal, yaitu anionik, kationik dan nonionik. Kategori kationik yang sering dikenal dan digunakan.

Klasifikasi aspal emulsi menurut kecepatan perubahan susunan partikel pada keadaan semula (setting) dibedakan menjadi 3 macam yaitu :

1. Rapid Setting (RS),
2. Medium Setting (MS), dan
3. Slow Setting (SS).

Hal ini telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Untuk itu akan dijelaskan sifat-sifat lain yang dimiliki aspal emulsi seperti berikut ini.

a. Viskositas

Aspal emulsi mempunyai nilai viskositas yang rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas aspal emulsi antara lain :

- 1). kadar bitumen,

- 2). viskositas bitumen,
- 3). suhu aspal emulsi,
- 4). tipe dan tekanan "emulsifier", dan
- 5). tipe dan tekanan "stabiliser".

b. Settlement

Proses pengendapan bitumen pada aspal emulsi.

c. Flocculation

Proses partikel bitumen mulai mengikat satu sama lain biasanya partikel yang besar dikelilingi partikel yang kecil.

d. Coalescence

Proses partikel bitumen bersatu membentuk partikel yang lebih besar, dapat terjadi karena pengadukan, pemompaan atau getaran. Hal ini terjadi pada kecepatan memisah (breaking rate).

e. Breaking

Proses memisah partikel bitumen dari air didalam aspal emulsi saat aspal emulsi memisah pada permukaan agregat.

3.4.2. Agregat

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kuat (solid). Batuan sebagai suatu bahan yang tersusun dari mineral fragmen-fragmen. Agregat dan batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan sehingga daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga oleh sifat agregat dan

hasil campuran agregat dengan material lain.

Berdasarkan proses pengolahannya agregat digolongkan dalam 3 jenis seperti di bawah ini.

1. Agregat alam

Agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Dua bentuk agregat yang sering dipergunakan yaitu kerikil dan pasir.

2. Agregat yang melalui proses pengolahan

Dalam proses pengolahan/ pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (stone crusher) sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat dikontrol sesuai dengan yang diinginkan.

3. Agregat buatan

Biasanya berupa filler yang diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu.

Berdasarkan ukuran, agregat dapat dikelompokkan dalam 3 fraksi, yaitu:

1. agregat kasar, agregat yang tertahan saringan no.8 (2,36 mm),
2. agregat halus, agregat yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200 (0,075 mm), dan
3. mineral pengisi (filler), lolos saringan no.200 (0,072 mm). (*Silvia Sukirman, 1993*)[9]

Agregat untuk CEBR berupa batu pecah, batu atau kerikil bercampur pasir, pasir pecah atau abu batu

yang memenuhi persyaratan dan menghasilkan campuran yang mantap.

Saringan yang dipakai untuk mendapatkan komposisi yang sesuai dengan CEBR adalah ukuran 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #50, #100, #200 dan pan. Adapun menurut Asphalt Institute, spesifikasi gradasi agregat untuk DGEM, seperti tercantum pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi gradasi agregat DGEM

UKURAN SARINGAN (Inch/mm)	% LOLOS BERDASARKAN BERAT				
	GRADE1	GRADE2	GRADE3	GRADE4	GRADE5
2" (50)	100				
1,5" (27,5)	90-100	100			
1" (25)	-	90-100	100		
3/4" (19)	60-80	-	90-100	100	
1/2" (12,5)	-	60-80	-	90-100	100
3/8" (9,5)	-	-	60-80	-	90-100
#4 (4,75)	20-55	25-60	35-65	45-70	60-80
#8 (2,36)	10-40	15-45	20-50	25-55	35-65
#16 (1,18)	-	-	-	-	-
#30 600 mikron	-	-	-	-	-
#50 300 mikron	2-16	3-18	3-20	5-20	6-25
#100 150 mikron	-	-	-	-	-
#200 75 mikron	0 - 5	1 - 7	2 - 8	2 - 9	2 - 10

Sumber : *The Asphalt Institute, Second Edition, 1992 [12]*

Setelah penyaringan, kemudian menurut fraksinya agregat dimasukkan ke dalam oven $105 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 jam, hingga memiliki berat konstan.

Selain itu perlu diperhatikan juga mengenai kebersihan, kekuatan dan kekerasan juga bentuk butiran dan porositas. Kesemuanya ini sangat berpengaruh terhadap nilai stabilitas lapis perkerasan.

3.5 Pencampuran Bahan Perkerasan

Untuk mendapatkan lapis keras berkualitas baik maka campuran antara batuan dan aspal harus benar-benar merata. Hal ini dirasa sulit karena aspal merupakan bahan yang cair mendekati kental (plastis), maka cara pemakaian aspal tersebut perlu diproses terlebih dahulu. Ada dua cara pencampuran yang dikenal luas yaitu seperti berikut ini.

a. Campuran Panas (Hot Mix)

Proses pencampuran yang dikerjakan secara panas, umumnya menggunakan aspal semen sebagai bahan ikatnya. Proses pencampuran antara aspal dan agregat dilaksanakan dengan memanasi aspal terlebih dahulu agar lebih encer, sehingga dalam pengadukan dapat merata. Proses pemanasan harus dikontrol secara cermat, agar tidak terjadi perbedaan temperatur aspal dan agregat.

b. Campuran dingin (Cold Mix)

Campuran ini merupakan campuran pada suhu dingin/ruang. Aspal yang digunakan cair dan agregat dapat dalam keadaan kering, lembab maupun basah sesuai dengan jenis aspal yang digunakan. Pencampuran secara dingin ini lebih praktis dari segi pelaksanaan dibanding dengan pencampuran panas.

3.6 Kadar Aspal Emulsi Dalam Campuran

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat. Pemakaian aspal dalam campuran sangat

menentukan kekedapan campuran terhadap air dan udara, semakin banyak kadar aspal dalam campuran akan semakin rapat campuran tersebut karena rongga dalam campuran dapat terisi aspal. Sebaliknya bila kadar aspal terlalu sedikit maka campuran akan kurang rapat karena banyak rongga yang masih kosong, maka kadar aspal yang optimum berperan terhadap lapis perkerasan.

Sebagai dasar dari pencampuran DGEM digunakan persamaan pendekatan sebagai berikut ini.

$$P = 0,05 A + 0,1 B + 0,5 C \quad (3.1)$$

dengan :

P = prosentase kadar aspal emulsi rencana,

A = prosentase agregat tertahan saringan no.8,

B = prosentase agregat lolos saringan no.8 tertahan saringan no.200, dan

C = prosentase agregat lolos saringan no.200.

Kadar aspal emulsi rencana ini dipakai sebagai dasar penentuan kadar air penyelaputan dan kadar air pemadatan selanjutnya kadar air ini penting untuk penentuan kadar aspal emulsi optimum. (*Departemen Pekerjaan Umum, SK SNI -1992-03, 1992*)[5]

3.7 Pemeriksaan Campuran Dense Graded Emulsion Mixes

Data yang diperlukan dan diperoleh dari uji Marshall adalah sebagai berikut :

1. kadar residu dalam aspal emulsi (%),
2. kadar air penyelaputan (%),

3. kadar air pematatan (%),
4. berat kering (gram),
5. berat dalam air (gram),
6. berat dalam keadaan jenuh air (SSD) (gram),
7. nilai stabilitas (kg),
8. kelelahan atau flow (mm),
9. berat jenis aspal, dan
10. berat jenis bulk agregat (gram/cc).

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan ini mengikuti prosedur The Asphalt Institute ,First Edition, 1991 [10] seperti berikut ini.

1. Volume benda uji dihitung dengan persamaan:

$$\text{volume} = F - E$$

F = berat dalam keadaan jenuh (SSD) (gram)

E = berat dalam air (gram)

2. Kepadatan (bulk spesifik gravity-compacted mix)

$$G = \frac{D}{\text{Volume}} \quad (3.4)$$

G = kepadatan (gram/cc)

D = berat sampel di udara (gram)

3. Moisture Content

$$K = \frac{(H-I)-(F-D)}{(I)} \times \frac{1}{1 + A/100} \quad (3.5)$$

K = besarnya moisture content

H = berat setelah di Marshall

I = berat kering setelah sampel dioven dan di Marshall

A = prosentase aspal dalam campuran

4. Dry Bulk Spesifik Gravity

$$= \left[\frac{K1 + K2 + K3}{3} - \frac{K4 + K5 + K6}{3} \right] \quad (3.7)$$

5. Moisture Absorbed

$$= \frac{\frac{A/100+1+K/100}{G} - \frac{I}{C} - \frac{A/100}{B}}{\frac{A/100+1+K/100}{G}} \times 100 \quad (3.8)$$

A = prosentase aspal dalam campuran

B = berat jenis aspal

C = berat jenis bulk agregat

6. Stabilitas Marshall

Nilai stabilitas benda uji didapat dari pembacaan alat tekan Marshall, dan dikoreksi dengan harga kalibrasi alat.

Nilai stabilitas untuk proses campuran aspal emulsi dengan DGEM yaitu :

1. stabilitas kering (Dry Stability), dan
2. stabilitas rendaman (Soaked Stability).

Setelah data dari kedua stabilitas tersebut diperoleh, maka dihitung prosentase kehilangan stabilitas dengan persamaan 3.9 dibawah ini.

$$= \frac{\frac{L1 + L2 + L3}{3} - \frac{L4 + L5 + L6}{3}}{\frac{L1 + L2 + L3}{3}} \times 100 \% \quad (3.9)$$

dengan : L1, L2, dan L3 adalah nilai stabilitas kering,
L4, L5, dan L6 adalah nilai stabilitas rendaman.

7. Kelelehan atau flow

Angka ini dibaca pada saat dilakukan uji Marshall, menyatakan deformasi benda uji pada saat runtuh, dalam satuan 0,01 mm.

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 21-23 dan 27-28 (penulisan simbol-simbol menyesuaikan dengan perhitungan cara aspal semen).

