

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Perkerasan Jalan

Menurut Sulaksono, Sony (2001) perkerasan jalan dapat didefinisikan sebagai lapisan yang relatif stabil yang dibangun diatas tanah asli atau tanah dasar yang berfungsi untuk menahan dan mendistribusikan beban kendaraan serta sebagai lapisan penutup permukaan. Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari :

1. Tanah dasar, berupa tanah yang dipadatkan, baik dari hasil galian maupun hasil timbunan. Tanah dasar ini merupakan badan jalan yang disiapkan sedemikian rupa sehingga cukup padat, kedap air, stabil, tidak retak pada saat musim panas dan tidak licin saat hujan. Tanah dasar ini memberi bentuk jalan dan biasanya untuk mempertahankan bentuk tersebut, permukaan tanah yang telah stabil disiram dengan aspal.
2. Lapis pondasi, biasanya terdiri dari lapis pondasi bawah dan lapis pondasi. Lapisan ini merupakan pondasi dari struktur perkerasan. Distribusi beban dan kekuatan struktur ditentukan pada lapisan ini.
3. Lapis permukaan, merupakan lapisan yang kontak langsung dengan beban (roda kendaraan). Lapis permukaan ini sudah termasuk sebagai lapis aus, tetapi tidak jarang ada beberapa lapisan permukaan ditambah dengan lapis aus khusus. Karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini akan mengalami tekanan, geser, dan bahkan torsi sekaligus sehingga lapisan

ini selain harus kuat, juga harus stabil dan memiliki daya tahan yang cukup baik.

Menurut Veriza, Yelli (1998) lapis perkerasan dikatakan baik jika lapis perkerasan tersebut memiliki :

1. Stabilitas yang tinggi.
2. Fleksibilitas yang tinggi.
3. Durabilitas (daya tahan) yang tinggi.
4. *Skid Resistance* (kekesatan) yang tinggi.
5. Workabilitas yang baik.

Tetapi pada kenyataannya hal-hal diatas tidak dapat dimaksimalkan secara bersamaan karena membutuhkan kondisi yang saling berlawanan, yang dapat dilakukan hanyalah mencari nilai optimum dengan cara mengadakan kompromi diantara kondisi-kondisi yang menentukan.

Menurut Sukirman, Silvia (1992) konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat- syarat:

1. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban / muatan lalu lintas ke tanah dasar.
2. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap kelapisan dibawahnya.
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat cepat dialirkan.
4. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

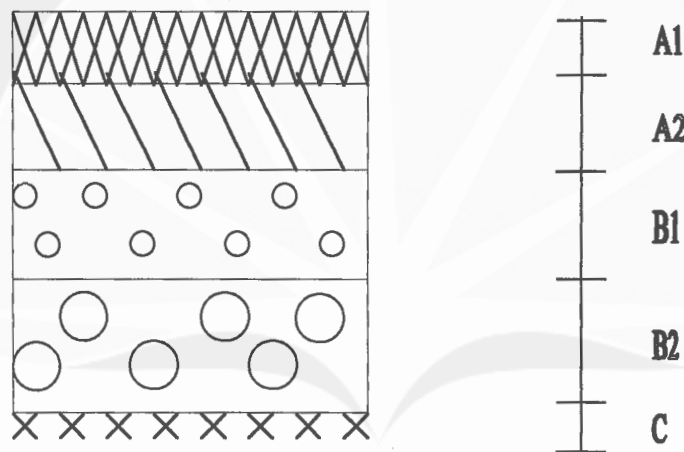
Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas 3 (tiga) macam yaitu :

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. Perkerasan ini umumnya terdiri atas 3 lapis atau lebih yaitu lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah, dan tanah dasar.
2. Perkerasan kaku/tegar (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Menurut Kosasih, Djunaedi (2002), struktur perkerasan lentur terdiri dari lapisan permukaan dan lapisan pondasi, sedangkan tanah dasar sebagai lapisan pendukung struktur perkerasan. Lapisan permukaan yang umumnya menggunakan bahan campuran aspal (dan agregat) dapat dibedakan menjadi dua lapisan, yaitu : lapisan penutup (*wearing*) dan lapisan utama/pengikat (*binder*). Bahan lapisan utama/pengikat seringkali dibuat sama dengan bahan lapisan penutup, tetapi kadang-kadang lapisan utama/pengikat menggunakan ukuran nominal agregat yang lebih besar. Lapisan pondasi terdiri dari lapisan pondasi dan lapisan pondasi bawah. Kedua lapisan ini dapat menggunakan bahan agregat dengan atau tanpa

bahan pengikat (seperti : aspal, semen atau kapur). Tanah dasar yang dibentuk dari pekerjaan galian dan timbunan badan jalan biasanya merupakan tanah kohesif. Tetapi pada kasus-kasus tertentu, bagian atas dari tanah dasar dapat merupakan hasil dari proses perbaikan tanah (*improved subgrade* – seringkali juga disebut *capping layer*). Dalam hal ini, tanah dasar hasil perbaikan tersebut dapat dikategorikan sebagai bagian dari struktur perkerasan. Secara sistematis sketsa lapis perkerasan lentur dapat dilihat dibawah ini :

Gambar 3.1. Susunan Lapis Perkerasan Lentur



Sumber : Konstruksi Jalan Raya, Soedarsono, 1979

Keterangan gambar :

1. A (Lapisan permukaan) :
 - a. A1 = Lapisan penutup (*surface*)
 - b. A2 = Lapisan utama / pengikat (*binder*)
2. B (Lapisan pondasi) :
 - a. B1 = Lapis pondasi atas (*base*)
 - b. B2 = Lapis pondasi bawah (*sub-base*)
3. C (Tanah dasar atau *sub-grade*)

Pada penelitian ini fokus perhatian adalah pada perkerasan lentur dengan topik khusus pada beton aspal, yaitu pada lapis permukaan yang harus memenuhi persyaratan campuran sebagai berikut :

Tabel 3.1. Sifat Campuran Beton Aspal untuk Lapisan Permukaan

No.	Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat	
		Min.	Maks.
1.	Jumlah tumbukan	2 x 75	
2.	Rongga dalam campuran (VITM) %	3	5
3.	Rongga dalam aspal (VFWA) %	75	-
4.	Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	800	-
5.	Kelelehan (mm)	2	-
6.	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	200	-

Sumber : Sukirman, Silvia, 2003

3.2. Bahan Penyusun

Bahan penyusun lapis permukaan (*surface course*) dari perkerasan lentur secara umum terdiri atas :

1. Agregat

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987 ukuran butir agregat untuk perkerasan jalan dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu :

- a. Agregat kasar, adalah agregat yang tertahan pada saringan No.8 (2,36mm).
- b. Agregat halus, adalah agregat yang lolos saringan No.8 (2,36mm).
- c. Agregat pengisi (*filler*), adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No.30 (0,59mm) dimana persentase berat butir yang lolos saringan No.200 (0,074mm) minimum 65 %.

Agregat kasar yang dapat digunakan harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet dan bebas dari bahan lain yang mengganggu, spesifikasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2. Spesifikasi Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan dengan mesin Los Angeles	Max.40 %
2.	Kelekatan dengan aspal	> 95 %
3.	Penyerapan terhadap air	≤ 3 %
4.	Berat jenis semu	> 2,5 gr/cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton No. 13/PT/B/1983

Agregat halus yang digunakan harus terdiri dari pasir alam atau pasir buatan atau pasir terak atau gabungan daripada ketiga bahan-bahan tersebut dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.3. Spesifikasi Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Sand Equivalent	Min. 50 %
2.	Penyerapan terhadap air	≤ 3 %
3.	Berat jenis semu	> 2,5 gr/cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton No. 13/PT/B/1983

Persentase minimum rongga dalam agregat pada campuran lapis aspal beton juga perlu diperhatikan sesuai dengan persyaratannya seperti pada Tabel 3.4. Dalam lapisan beton aspal gradasi agregat juga sangat penting, dalam hal ini lapis aspal baton menggunakan gradasi menerus yang memiliki batas-batas tertentu dalam agregat campurannya, seperti pada Tabel 3.5.

2. Aspal

Menurut Sukirman, Silvia (1992) aspal adalah bahan padat atau semi padat dan merupakan senyawa *hydrocarbon* yang berwarna coklat gelap atau hitam

pekat, dan terdiri dari *asphaltenese* dan *maltenese* yang memiliki fungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak. Aspal yang digunakan dalam Laston dapat berupa aspal Pen 60/70 atau Pen 80/90 dengan persyaratan seperti pada Tabel 3.6.

Tabel 3.4. Persentase Minimum Rongga dalam Agregat untuk Beton Aspal

Ukuran Maksimum Nominal Agregat	Persentase Minimum Rongga dalam Agregat (%)
No. 16 (1,18 mm)	23,5
No. 8 (2,36 mm)	21
No. 4 (4,74 mm)	18
3/8" (9,50 mm)	16
1/2" (12,50 mm)	15
3/4" (19,00 mm)	14
1" (25,40 mm)	13
1 1/2" (37,50 mm)	12
2" (50,00 mm)	11,5
2 1/2" (63,00 mm)	11

Sumber : SKBI - 2.4.26.1987. DEPT.PU.

Tabel 3.6. Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
	Pen 60		Pen 80		
	min	max	min	max	
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	80	99	0,1mm
2. Titik lembek (ring & ball)	48	58	46	54	°C
3. Titik nyala (clev.open cup)	200	—	225	—	°C
4. Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	—	0,4	—	0,6	%berat
5. Kelarutan (CCl ₄ atau CS ₂)	99	—	99	—	%berat
6. Daktilitas (25°C, 5cm/mnt)	100	—	100	—	cm
7. Penetrasi stlh kehilangan berat	75	—	75	—	%semula
8. Berat jenis (25°C)	1	—	1	—	gr/cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton No. 13/PT/B/1983

Tabel 3.5. Batas-batas Gradasi Menerus Agregat Campuran

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI
Gradasi / Tekstur	kasar	Kasar	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat
Tebal Padat (mm)	20-40	25-50	20-40	25-50	40-65	50-75	40-50	20-40	40-65	40-65	40-50
Ukuran Saringan	% BERAT YANG LOLOS SARINGAN										
1 1/2" (38,1 mm)	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
1" (25,4 mm)	-	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
3/4" (19,1 mm)	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	85-100	100
1/2" (12,7 mm)	100	75-100	100	80-100	-	72-90	80-100	100	-	-	-
3/8" (9,52 mm)	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	-	65-85	56-78	74-92
No.4 (4,76 mm)	35-55	35-55	55-75	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	38-60	48-70
No.8 (2,38 mm)	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-54	27-47	33-53
No.30 (0,59 mm)	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
No.50 (0,279 mm)	6-16	6-16	13-23	13-23	13-23	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
No.100 (0,149 mm)	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
No.200 (0,074 mm)	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9

Catatan : No. campuran : I,III,IV,VI,VII,VIII,IX,X,XI digunakan untuk lapis permukaan. ↓

No. campuran : II digunakan untuk lapis permukaan, perata (*leveling*) dan lapis antara (*binder*). —

No. campuran : V digunakan untuk lapis permukaan dan lapis antara (*binder*).

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya, SKBI - 2.4.26.1987

3. Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi atau *filler* merupakan bagian dari agregat, dimana pada susunan gradasi *filler* ini merupakan material yang lolos saringan No.200 (0,074mm). *Filler* berfungsi untuk mengisi bagian-bagian yang kosong (rongga-rongga) antar material yang lebih besar. (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) 13/PT/B/1983)

3.3. Metode Pengujian

Untuk memperoleh nilai-nilai *density*, VITM, VFWA, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient (QM)* diperlukan data-data lain yaitu:

1. Berat Jenis Aspal

$$BJ \text{ Aspal} = \frac{BJP1 + BJP2}{2} \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan:

BJP1 = berat jenis aspal pada pengujian pertama (berat/volume pada suhu 25^oC)

BJP2 = berat jenis aspal pada pengujian yang kedua (berat/volume pada suhu 25^oC)

2. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat merupakan suatu hasil gabungan antara berat jenis efektif agregat kasar dan halus, untuk nilai berat jenis agregat dapat dihitung dengan rumus 3.2.

$$BJ \text{ Agregat} = \frac{(X * F1) + (Y * F2)}{100} \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan:

X = persentase agregat kasar

Y = persentase agregat halus

F1 = berat jenis efektif agregat kasar (gr/cc)

F2 = berat jenis efektif agregat halus (gr/cc)

Nilai-nilai *density*, VITM, VFWA, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient (QM)* dapat dihitung dengan data-data dibawah ini, antara lain :

1. *Density*

Nilai *density* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$BD = g = cf \dots \dots \dots (3.3)$$

$$f = d - e \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan : c = berat kering sebelum direndam air (gr)

d = berat dalam kondisi jenuh (gr)

e = berat dalam air (gr)

f = volume (ml)

g = berat isi benda uji (gr/ml)

2. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Untuk memperoleh nilai VFWA atau persen rongga terisi aspal, dihitung dulu nilai-nilai :

$$b = \frac{a}{(100 + a)} * 100 \dots \dots \dots (3.5)$$

$$i = \frac{b * g}{BJAspal} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$j = \frac{(100 - b) * g}{BJAgregat} \dots\dots\dots (3.7)$$

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

dengan :

a = persentase aspal terhadap batuan

b = persentase aspal terhadap campuran

g = berat isi benda uji (gram/ml)

l = persen rongga terhadap agregat

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA = 100 x (i / l) \dots\dots\dots (3.9)$$

3. VITM (*Void in the Mix*)

Untuk mendapatkan nilai VITM atau persen rongga dalam campuran

digunakan rumus :

$$VITM = 100 x (l - \frac{g}{h}) \dots\dots\dots (3.10)$$

4. Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan

Marshall. Angka ini kemudian dikonversikan dalam satuan kg dengan

memakai tabel korelasi yang ada. Hasilnya harus dikalikan dengan angka

korelasi ketebalan (tinggi) benda uji.

5. Kelelehan (*Flow*)

Nilai kelelehan (*flow*) diperoleh dari pembacaan arloji "*flow*" yang digunakan untuk mengukur deformasi plastis yang terjadi pada benda uji. Nilai kelelehan atau *flow* ini dinyatakan dalam satuan 0,01 mm.

6. *Marshall Quotient (QM)*

Nilai *Marshall Quotient (QM)* merupakan hasil bagi atau rasio antara nilai stabilitas dengan nilai kelelehan atau *flow* yang dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$QM = S / r \dots\dots\dots(3.11)$$

dengan: S = nilai stabilitas terpakai (kg)

r = nilai kelelehan (mm)

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

Untuk mendapatkan nilai stabilitas yang terpakai, angka stabilitas yang didapat dari pembacaan arloji perlu dikalikan terlebih dahulu dengan angka kalibrasi alat yang terdapat pada Tabel 3.7. kemudian hasilnya dikalikan lagi dengan angka koreksi benda uji yaitu pada Tabel 3.8.

Tabel 3.7. Angka Kalibrasi Alat

Stabilitas Hasil Pembacaan Arloji	Angka Kalibrasi (kg)
100	446,2956
150	668,8092
200	891,6399
250	1113,1569
300	1326,7464
350	1530,0981
400	1739,8371
450	1953,4719
500	2166,2007
550	2373,267
600	2578,1589
650	2790,7065

Sumber : Petunjuk Praktikum Bahan Lapis Keras

Tabel 3.8. Angka Koreksi Tebal Benda Uji

Isi Benda Uji (cm) ³	Tebal Benda Uji		Angka Korelasi
	(in)	(mm)	
200-213	1	25.4	5.56
214-225	1 ^{1/16}	27.0	5.00
226-237	1 ^{1/8}	28.6	4.55
238-250	1 ^{3/16}	30.2	4.17
215-264	1 ^{1/4}	31.8	3.85
265-276	1 ^{5/16}	33.3	3.57
277-289	1 ^{3/8}	34.9	3.33
290-301	1 ^{7/16}	36.5	3.03
302-316	1 ^{1/2}	38.1	2.78
317-328	1 ^{9/16}	39.7	2.50
329-340	1 ^{5/8}	41.3	2.27
341-353	1 ^{11/16}	42.9	2.08
354-367	1 ^{3/4}	44.4	1.92
368-379	1 ^{13/16}	46.0	1.79
380-392	1 ^{7/8}	47.6	1.67
393-405	1 ^{15/16}	49.2	1.56
406-420	2	50.8	1.47
421-431	2 ^{1/16}	52.4	1.39
432-443	2 ^{1/8}	54.0	1.32
444-456	2 ^{3/16}	55.6	1.25
457-470	2 ^{1/4}	57.2	1.19
471-482	2 ^{5/16}	58.7	1.14
483-495	2 ^{3/8}	60.3	1.09
496-508	2 ^{7/16}	61.9	1.04
509-522	2 ^{1/2}	63.5	1.00
523-535	2 ^{9/16}	64.0	0.96
536-546	2 ^{5/8}	65.1	0.93
547-559	2 ^{11/16}	66.7	0.89
560-573	2 ^{3/4}	68.3	0.86
574-585	2 ^{13/16}	71.4	0.83
586-598	2 ^{7/8}	73.0	0.81
599-610	2 ^{15/16}	74.6	0.78
611-625	3	76.2	0.76

Sumber : Petunjuk Praktikum Bahan Lapis Keras