

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### A. *Hot Rolled Sheet (HRS)*

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (Bina Marga revisi 2010), lapis tipis aspal beton (lataston) adalah lapisan penutup yang terdiri dari dari campuran agregat bergradasi senjang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu; yang dicampur dan dipadatkan secara panas (dalam suhu tertentu, minimum 124°C), dengan ketebalan padat 2,5 cm atau 3 cm. konstruksi perkerasan HRS dalam penggunaannya dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas A dan kelas B. Perbedaan kedua konstruksi perkerasan tersebut terdapat pada gradasi agregat yang digunakan, beban lalu lintas dan segi pemakaian. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan butiran pengisi (*filler*), sedangkan aspal yang digunakan biasanya jenis aspal keras AC 60-70 dan AC 80-100.

Pembuatan *Hot Rolled Sheet (HRS)* bertujuan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapisan antar pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung serta berfungsi sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi konstruksi bawahnya. *Hot Rolled Sheet* bersifat lentur dan mempunyai durabilitas yang tinggi, hal ini disebabkan campuran HRS dengan gradasi timpang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar, sehingga mampu menyerap jumlah aspal dalam jumlah banyak (7-8%) tanpa terjadi *bleeding*. Selain itu, HRS mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kedekatan terhadap air dan udara tinggi. Kegagalan dini yang sering terjadi di lapangan adalah pada proses penghamparan dan pemadatan karena HRS tidak sepenuhnya murni gapgraded (Bina Marga, 2010).

Menurut Bina Marga (2010), dua hal yang mempengaruhi campuran lataston yaitu :

- a. Gradasi yang benar-benar senjang. Gradasi senjang dapat diperoleh dengan mencampurkan pasir halus dengan agregat pecah mesin. Batas bahan bergradasi senjang pada lataston terletak diantara bahan yang lolos saringan No.8(2,36 mm) tetapi tertahan saringan No.30 (0,600 mm), yang

menggunakan suatu campuran agregat kasar dan agregat halus.

- b. Rongga udara pada kepadatan membal (*refusal density*) harus memenuhi ketentuan yang ditunjukkan oleh pedoman.

### B. Spesifikasi Campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS)

Campuran pada penelitian ini adalah *Hot Rolled Sheet* (HRS) yang memiliki gradasi senjang. Ketentuan sifat-sifat campuran Lataston mengacu pada Bina Marga (2010) yang terlihat pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Persyaratan HRS untuk Kepadatan Lalu Lintas Berat

No	Spesifikasi Nilai	
1	Jumlah tumbukan	75 x 2
2	Densitas	
3	VITM	6%
4	VFMA	68%
5	Stabilitas	$\geq 800$ kg
6	Flow	$\geq 3$ mm
7	Marshall Quotient	$\geq 250$ kg / mm

Sumber : kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

### C. Bahan Penyusun Perkerasan

Bahan penyusun perkerasan jalan adalah aspal, agregat, bahan pengisi (*filler*) serta karet sebagai additive. Hasil yang baik dan berkualitas dalam menghasilkan perkerasan jalan dapat diperoleh jika menggunakan bahan-bahan dengan kualitas baik. Berikut adalah penjelasan bahan penyusun perkerasan :

#### 1. Aspal

Aspal berasal dari minyak mentah (*crude oil*) dan ada juga yang berasal dari sisa organisme makhluk hidup dan tumbuhan dari masa lampau yang sudah lama tertimbun oleh batu tanah, sehingga menjadi sedimen dan terakumulasi dalam lapisan-lapisan tanah. Sedimen tersebut lama kelamaan akan terproses menjadi minyak mentah yang menjadi senyawa dasar *hydrocarbon*. Aspal yang biasa ditemukan berasal dari minyak, tetapi ada juga aspal yang berasal dari bahan alam seperti asbuton atau dikenal dengan istilah mineral.

Tabel 3.2 Pengujian dan Persyaratan Aspal Keras Pen 60/70

No	Jenis Pengujian Metode Persyaratan		
1	Penetrasi, 25°C, 100gr, 5 detik, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Titik Lembek, °C	SNI 06-6434-1991	≥48
3	Daktilitas, 25 °C	SNI 06-2432-1991	≥ 100
4	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	≥ 232
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
6	Berat yang Hilang, %	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	SNI 06-2456-1991	≥ 0,75
8	Kelarutan Terhadap CCL	SNI 06-2443-1991	≥ 0,99

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

## 2. Agregat

Agregat biasanya berasal dari batu pecah, krikil, pasir ataupun komposisi lainnya, baik hasil alam (*natural aggregate*), hasil pengolahan (*manufactured aggregate*) maupun agregat buatan (*syntetic aggregate*) yang digunakan sebagai bahan utama penyusun perkerasan jalan.

Agregat yang biasa dipakai dalam campuran HRS-WC harus bisa memenuhi persyaratan yang telah ditentukan sebagai berikut :

Tabel 3.3. Persyaratan Agregat untuk campuran HRS-WC

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Satuan
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 2417 : 2008	<30%
2	Kelekatan dengan aspal	SNI 2439 :2011	>95%
3	Kekekalan bentuk agregat terhadap natrium	SNI 3407 :2008	12%
4	Material lolos ayakan no:200	SNI 03-4142 : 1996	<1%
5	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 perb 1:5	10%

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Tabel 3.4. Persyaratan Agregat untuk campuran HRS-WC

No	Jenis Pengujian	Syarat	
1	<i>Sand equivalent</i>	(SNI 03-4428 : 1997)	Min 60%
2	Berat jenis semu	(SNI 3423 : 2008)	< 3%
3	Peresapan terhadap air	(SNI 03-6877 : 2002)	2,5 gr/cc

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

### 3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Dilihat dari pengertiannya, bahan pengisi atau filler merupakan bagian dari agregat, maksudnya filler pada susunan gradasi ini adalah material yang lolos ayakan No.200 (0.075 mm), bahan tersebut tidak kurang dari 75% dari yang lolos saringan No.30 (0,600 mm) serta bersifat non plastis. Filler berfungsi untuk mengisi bagian-bagian yang kosong (rongga-rongga atau celah yang terdapat pada sela-sela agregat). Bahan filler dapat berupa abu batu, abu batu kapur atau semen.

#### D. Karakteristik *Marshall*

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce *Marshall*, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Secara garis besar pengujian *Marshall* meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetric benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Jumlah benda uji yang disiapkan.
2. Persiapan agregat yang akan digunakan.
3. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
4. Persiapan campuran aspal beton.
5. Pemadatan benda uji.

6. Persiapan untuk pengujian *Marshall*.

Jumlah benda uji yang disiapkan ditentukan dari tujuan dilakukannya uji *Marshall* tersebut. Agregat yang akan digunakan dalam campuran dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105-110°C. Setelah dikeringkan agregat dipisahkan sesuai fraksi ukurannya dengan mempergunakan saringan. Temperatur pencampuran bahan aspal dengan agregat secara umum berkisar antara 145 °C-160 °C, sedangkan suhu pemadatan antara 110 °C-140 °C.

### E. Formula Perhitungan Marshall

Formula untuk menganalisa campuran aspal panas (menurut SNI 06-2489-1991) adalah sebagai berikut:

1. Berat Jenis Aspal

Salah satu jenis pengujian yang terdapat dalam persyaratan mutu aspal adalah berat jenis. Selain untuk memenuhi persyaratan aspal, berat jenis juga diperlukan pada saat pelaksanaan untuk konversi dari berat ke volume atau sebaliknya. Pemeriksaan berat jenis aspal di laboratorium (*Specific Gravity Test*) adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu (25°C atau 15,6°C).

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

- A : massa piknometer dan penutup;
- B : massa piknometer dan penutup berisi air;
- C : massa piknometer, penutup dan benda uji;
- D : massa piknometer, penutup, benda uji dan air.

2. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat

Agregat total terdiri atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda, baik berat jenis kering dan berat jenis semu. Penyerapan terhadap air juga berbeda antara agregat kasar dan agregat halus.

a. Agregat Kasar

- 1) Berat jenis kering

$$S_d = \frac{A}{(B-C)} \dots\dots\dots (3.2)$$

2) Berat jenis semu

$$S_a = \frac{A}{(A-C)} \dots\dots\dots (3.3)$$

3) Penyerapan air

$$S_w = \left[ \frac{B-A}{A} \times 100\% \right] \dots\dots\dots (3.4)$$

4) Berat jenis efektif

$$B.J.Efektif = \frac{S_a + S_d}{2} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

Sd : Berat Jenis Kering

Sa : Berat Jenis Semu

Sw : Penyerapan Air

A : berat benda uji kering oven

B : berat benda uji jenuh kering permukaan

C : berat benda uji dalam air

b. Agregat Halus

1) Berat jenis kering

$$S_d = \frac{Bk}{(B+SSD-Bt)} \dots\dots\dots (3.6)$$

2) Berat jenis semu

$$S_a = \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)} \dots\dots\dots (3.7)$$

3) Penyerapan air

$$S_w = \frac{SSD-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (3.8)$$

4) Berat jenis efektif

$$B.J.Efektif = \frac{S_a + S_d}{2} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan :

Sd : Berat Jenis Kering

Sa : Berat Jenis Semu

Sw : Penyerapan Air

Bk : Berat pasir kering

B : Berat piknometer + air

Bt : Berat piknometer + pasir + air

SSD : Berat pasir kering permukaan

### 3. Rongga dalam Agregat (VMA)

Rongga antar mineral agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$VMA = 100 - \frac{(100 - \%aspal) \times \text{berat volume b.u}}{B.J.Agregat} \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

VMA : Rongga udara pada mineral agregat (%)

%Aspal : Kadar aspal terhadap campuran (%)

B.J. Agregat : Berat jenis efektif

### 4. Rongga dalam Campuran (VIM)

Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = 100 - \frac{100 \times \text{berat volume b.u}}{B.J.maksimum teoritis} \dots\dots\dots(3.11)$$

Berat jenis maksimum teoritis :

$$BJ = \frac{100}{\frac{\%agr}{B.J.Agr} + \frac{\%aspal}{B.J.Aspal}} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan (%)

B.J Teoritis : Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)

### 5. Rongga terisi Aspal (VFWA)

Rongga terisi aspal (VFWA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumus adalah sebagai berikut:

$$VFWA = 100 \times \frac{\text{volume aspal}}{VMA} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

VFWA : Rongga udara terisi aspal (%)

VMA : Rongga udara pada mineral agregat (%)

#### 6. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing masing yang ditunjukkan oleh jarum arloji. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada arloji perlu dikonversi terhadap alat *Marshall*. Hasil pembacaan di arloji stabilitas harus dikalikan dengan nilai kalibrasi proving ring yang digunakan pada alat *Marshall*. Pada penelitian ini, alat *Marshall* yang digunakan mempunyai nilai kalibrasi proving ring sebesar 15,9. Selanjutnya, nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan benda uji.

Tabel 3.3 Angka koreksi tebal benda uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi
65	0,935
66	0,90
67	0,885
68	0,865
69	0,855
70	0,845
71	0,835
72	0,825

Sumber: Asphalt Institute MS-2, 1988

#### 7. Kelelahan (*Flow*)

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, nilai *flow* diperoleh dari angka yang ditunjukkan jarum arloji pembacaan *flow* pada alat *Marshall*. Hanya saja, untuk arloji pembacaan *flow*, nilai yang didapat sudah dalam satuan mm, sehingga tidak perlu dikonversi lebih lanjut.

#### 8. *Marshall Quotient (MQ)*

*Marshall Quotient (MQ)* merupakan hasil pembagian dari stabilitas dan kelelahan. Sifat *Marshall* tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$MQ = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots(3.14)$$

Keerangan :

MQ : *Marshall Quotient (kg/mm)*

*Flow* : Kelelahan (mm)