

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1 Penelitian Terdahulu

Peninjauan kembali penelitian yang sejenis perlu dilakukan untuk menjadikan referensi terhadap penelitian ini. Tinjauan pustaka penelitian ini sebagaimana dijelaskan sebagai berikut :

Dwi Tumena Putra (2021), melakukan penelitian substitusi agregat kasar dengan menggunakan batu laterit dan pasir mahakam untuk agregat halusya, pengujian campuran agregat itu pun menghasilkan nilai marshall diperoleh KAO sebesar 7,25% dengan nilai stabilitas 985,89%. Selanjutnya pada penelitian analisis karakteristik marshall nilai untuk fraksi ini adalah 7%-7,5%. Maka diambil kesimpulan bahwa campuran fraksi tersebut tidak untuk disarankan.

Menurut Rombot (2015), Laston AC-WC ialah lapis aspal yang digunakan dalam penelitiannya, dengan Tebal perkerasan aspal AC-WC 4 cm. Lapis ini merupakan lapisan yang berhadapan langsung dengan beban gaya dari ban kendaraan

Arselina Wood Ward Wiyono (2012), semakin banyaknya persenan kapur maka semakin membuat kombinasi campuran dapat lebih lentur sehingga 3 variasi kapur (0%, 25%, dan 50%) dari variasi tersebut yang paling baik penggunaannya adalah kadar kapur 0%.

Henny Fannisa, dkk (2010), filler kapur dapat digunakan pada lapisan perkerasan yang telah memenuhi spesifikasi. kombinasi campuran agregat yakni agregat kasar 67,61%, agregat halus 27,32%, dan filler 5,07%, kadar aspal optimum 4,8%. Dan dari pengujian Marshall Immersion adalah 93,545%

Thopan Andika Putra (2009), pada penelitiannya mengkaji kelayakan parameter marshall dari campuran kapur sebagai pengganti filler dimana kapur mempunyai potensi yang baik untuk campuran aspal dengan pengujian kadar aspal 3%, 5,5%, dan 8% pada campuran aspal dan memberikan hasil yang cukup baik. Dengan nilai stabilitas, kelelehan, nilai VIM, MQ yang sesuai dengan spesifikasi sehingga kapur direkomendasikan untuk digunakan sebagai bahan pengganti campuran aspal

## 2.2 Dasar Teori

Perkerasan jalan adalah kombinasi campuran terhadap agregat kasar, halus dan bahan pengikat yang digunakan untuk menahan beban lalu lintas. Agregat yang biasa digunakan pada perkerasan jalan. Secara umum perkerasan tersusun dari beberapa lapisan sebagai berikut:

- Lapis Tanah dasar (subgrade)
- Lapis pondasi bawah (subbase course)
- Lapis pondasi atas (base course)
- Lapis atas (surface course)
- Ada beberapa jenis perkerasan jalan, yaitu :
- Perkerasan lentur
- Perkerasan yang biasa pada penggunaannya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya.
- Perkerasan kaku (rigid trotoar).
- Perkerasan yang konstruksi perkerasannya menggunakan bahan agregat serta menggunakan semen untuk bahan pengikat, sehingga mendapatkan kekakuan yang tinggi
- Perkerasan komposit (perkerasan kaku dan juga perkerasan lentur).
- Perkerasan kaku yang lapisannya sebagai lapisan aus sebagai bagian yang juga menahan beban kendaraan.

A. Jayaraman, dkk (2014), Batu kapur atau pengisi kapur secara teratur digunakan sebagai tambahan mineral pada beton yang dapat dipadatkan sendiri. Dalam ikhtisar ini, beberapa hasil menarik dirangkum mengenai hidrasi, pengembangan struktur mikro, sifat transportasi, dan daya tahan.

## 2.3 Lapis Aspal Beton

Lapis Aspal Beton atau LASTON merupakan suatu lapis perkerasan terdiri dari bagian fraksi kasar dan halus, bahan pengisi filler dan aspal, yang dikombinasikan, selanjutnya tahapan penghamparan dan pemadatan.

Menurut Silvia Sukirman (1999), Laston ialah bahan yang tergabung dari kombinasi fraksi kasar, halus serta aspal, dimana semua dicampur lalu melalui

tahapan pemanasan. Karna campuran dengan kondisi panas maka disebut juga hotmix. Pemilihan jenis aspal dilihat dari kondisi pada cuaca, padatnya kendaraan dan jenis aspal itu sendiri.

Menurut Bina Marga (2012), lapis aspal beton (LASTON) penggunaannya untuk lapisan permukaan perkerasan jalan pada lalu lintas ringan, sedang, berat dan lapangan terbang, dalam kondisi segala macam cuaca.

## **2.4 Bahan Campuran Beton Aspal**

Bahan untuk perkerasan aspal terdiri dari kombinasi fraksi kasar dan halus, bahan pengisi dan aspal. Pencampuran dilakukan hingga permukaan agregat terselimuti aspal. Material campuran sebagai berikut:

### **2.4.1 Agregat Kasar**

Mengutip dari Bina Marga (2018 Revisi 1), fraksi kasar adalah bahan campuran fraksi tertahan ayakan No.8. Campuran material fraksi kasar dengan sifat bersudut, bersih serta mempunyai tekstur permukaan tidak bulat dan kasar supaya dapat hasil agregat yang saling mengunci terhadap campuran lainnya.

Batu pecah atau krikil yang baik pada saat pengerjaan pengaspalan dengan standarisasi yang bersih, kuat, kering, awet, dan bebas berdasarkan bahan yang wajib memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

1. Keausan dalam putaran 500 menggunakan maks 30%
2. Keeratan terhadap aspal menggunakan min95%
3. Jumlah massa campuran tertahan pada ayakan no. 8 memiliki paling sedikitnya dua bidang pecah min 50% untuk batu pecah
4. Bentuk agregat tertahan 9,5mm atau 3/8” dengan maks 25%
5. Penyerapan air dengan maks 3%
6. Berat jenis curah atau bulk dengan min 2,5
7. Bagian lunak maks 5%

**Tabel 2. 1** Ketentuan agregat kasar

Pengujian		Standart	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407-2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin los angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417-2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min 95%
Angularitas (Kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoTs pennsytvania Test Method	95/901
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 : 5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1%

Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 1

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya adalah susunan tingkat gradasi, kekerasan bebas dari kotoran, dan kekuatan, rupa, tekstur, penyerapan terhadap air, BJ, dan daya keamatan terhadap aspal (Sukirman,2003)

#### 2.4.2 Laterit

Menurut Mohammad Isram (2019), laterit ialah mengerasnya tanah seperti batu yang terdiri bagian seperti besi dan nikel. Terbentuknya laterit secara alami dan mengandung unsur yang membentuk lapisan tanah hingga mengeras seperti batu. Pada iklim teropis panas dan lembab laterit banyak dijumpai. Komposisi kimia pada laterit mengandung kuarsa, oksida titanium mangan, aluminium, zircon, timah, dan besi. Berikut gambar batu laterit pada gambar 2.1



**Gambar 2. 1** Batu laterit

### 2.4.3 Agregat Halus

Mengutip Kementerian Pekerjaan Umum (2018), Fraksi halus ialah agregat lolos No.8 dan tertahan No.100. Agregat halus dapat menaikkan kemampuan campuran serta mengunci antara butiran butiran.

Agregat halus harus terdiri dari pasir alam serta pasir buatan atau gabungan dan harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

1. Nilai kesetaraan pasir min50
2. BJ curah atau bulk min 2,5
3. Peresapan agregat terhadap air maks 3%

**Tabel 2. 2** Ketentuan agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	MIN 50% untuk AC bergradasi halus Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material lolos ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar lempung	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)	AASHTO TP.33 atau ASTM	Min 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan > 10 cm)	C1252.93	Min 40

Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 1

### 2.4.4 Filler

Filler adalah material lolos ayakan No. 200, bahan pengisi guna untuk menurunkan angka terhadap rongga dalam campuran, bahan pengisi dapat berwujud seperti abu terbang.

Menurut Bina Marga (2018) filler dapat berupa kapur. Bahan pengisi jenis semen hanya untuk campuran aspal pen 60/70. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan di uji dengan pengayakan SNI ASTM C136: 2012 lolos ayakan No.200 dan tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Bahan pengisi untuk semen harus rentan 1% sampai 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya rentan 1% hingga 3% terhadap berat total agregat.

### 2.4.5 Kapur Tulis

Menurut Arselina Wood Ward Wiyono, dkk (2012), Kapur tulis merupakan salah satu pilihan bahan anti pengelupasan, karena harganya relatif murah kapur tulis juga memiliki rupa yang putih serta halus, mengandung  $\text{CaCO}_3$ . Fungsi dari kapur itu sendiri dapat meningkatkan keawetan dan durabilitas pada campuran aspal.

### 2.4.6 Aspal

Kementerian Pekerjaan Umum (2018), Aspal adalah material bersifat padat, jika dipanaskan aspal bisa menjadi lunak hingga dapat menyelimuti campuran agregat dan juga membuat campuran aspal masuk ke rongga kecil. Fungsi aspal itu antara lain untuk bahan pengikat dan bahan pengisi.

Menurut Silvia Sukirman (2003) Aspal adalah material pengikat terhadap flexible pavement, aspal mempunyai sifat fisik padat terhadap suhu pada ruangan. Kandungan utama pada aspal yakni karbon, alifatic.

**Tabel 2. 3** Ketentuan Aspan Pen.60/70

No	Jenis pengujian	Metoda pengujian	Aspal pen 60/70 -wax
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456-2011	60 – 70
2	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300
3	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
4	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
5	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
6	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0
<b>Pengujian Residu Hasil TFOT (SNI 06-2440-1991)</b>			
7	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-24401991	≤ 0,8
8	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456-2011	≥ 54
9	25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100

Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 1

### 2.4.7 Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi campuran dengan ukuran agregat yang sudah ditentukan. Gradasi dihasilkan dari analisa saringan, analisa agregat dilihat pada lampiran tabel 2.4:

**Tabel 2. 4** Gradasi agregat gabungan pada campuran beraspal

Ukuran ayakan		LASTON (AC)	
		Agregat halus	Agregat kasar
(inch)	(mm)	(WC)	(WC)
1½	37,5		
1	25		
¾	19	100	100
½	12,5	90-100	90-100
3/8	9,5	72-90	72-90
No.4	4,75	54-69	43-63
No.8	2,36	39,1-53	28-39,1
No.16	1,18	31,6-40	19-25,6
No.30	0,6	23,1-30	13-19,1
No.50	0,3	15,5-22	9-15,5
No.100	0,15	9-15	6-13
No.200	0,075	4-8	4-10

Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 1

### 2.5 Marshall Test

Marshall ialah metode dengan sampel beton aspal menggunakan alat Marshall yang dilengkapi proving ring dengan kapasitas 22,5 KN (5000 lbs) dengan menekan benda uji untuk mengetahui tingkat kelayakan agregat pada nilai stabilitas dan flow.

Pengujian Marshall melalui beberapa tahapan yakni :

1. Mempersiapkan sampel
2. Menentukan BJ kering (*Bulk specific gravity*)
3. Analisi data terhadap stabilitas dan flow
4. Perhitungan sampel

**Tabel 2. 5** Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston AC

Sifat Sifat Campuran		Laston		
		Lapisan Aus	Lapisan Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA)(%)		15	14	13
Rongga terisi aspal (%)		65	65	65
Stabilitas marshall (kg)		800		1800
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2		

Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 1

### 2.5.1 Perhitungan Marshall

Pada perhitungan marshall ada beberapa yang menjadi dasar analisis data yakni SNI 1969-2008 sebagai berikut:

- Berat jenis aspal

BJ aspal ialah perbedaan terhadap BJ aspal padat dan berat air suling dengan pada suhu 15,6°C atau 25 °C,. Pengujian BJ aspal dilakukan di lab guna diperlukan sebagai data konversi berat ke volume atau sebaliknya. Adapun cara untuk mengetahui mengetahui nilai dari berat jenis dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

A = Massa pikno

B = Massa pikno + air

C = Massa pikno + sampel

D = Massa pikno + sampel + air

BJ agregat dan penyerapan air



Pada seluruh fraksi kasar, fraksi halus dan bahan pengisi nilai BJ berbeda-beda. Penyerapan air serta BJ efektif pun juga tidak sama terhadap fraksi kasar dan halus. Berikut dapat dilihat persamaan untuk mencari nilai BJ dan penyerapan air:

1. Fraksi kasar

➤ BJ kering

BJ kering merupakan perbedaan terhadap berat agregat kering dan berat air suling dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

$$Sd = \frac{A}{(B - C)}$$

Keterangan:

Sd = Massa jenis kering

A = Massa sampel kering oven

B = Massa sampel jenuh kering permukaan

C = Massa sampel dalam air

➤ BJ semu

Berat jenis semu merupakan perbandingan antara berat bahan di udara pada satuan volume dan suhu tertentu, dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula.

$$Sa = \frac{A}{(A - C)}$$

Keterangan:

Sa = Massa jenis semu

A = Massa sampel kering oven

B = Massa sampel jenuh kering permukaan

C = Massa sampel dalam air

➤ BJ efektif

BJ efektif merupakan perbedaan berat bahan udara pada satuan volume dan suhu tertentu, berat air, volume yang sama dan suhu temperatur.

$$Bj \text{ Efektif} = \frac{Sa + Sd}{2}$$

Keterangan:

Bj efektif = BJ efektif

Sa = BJ semu

Sd = BJ kering

➤ Penyerapan air

Penambahan berat dari suatu agregat akibat air yang meresap ke dalam pori-pori, namun tidak termasuk air yang tertahan pada permukaan luar partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya.

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

Keterangan:

Sw = Penyerapan air

A = Massa sampel oven

B = Massa sampel jenuh kering permukaan

C = Massa sampel dalam air

2. Fraksi halus

➤ BJ kering

$$Sd = \frac{Bk}{(B + SSD - Bt)}$$

Keterangan:

Sd = BJ kering

Bk = Massa pasir kering

B = Massa piknometer + air

SSD = Massa pasir kering permukaan

Bt = Massa pikno + pasir + air

➤ Berat jenis semu

$$Sa = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$$

Keterangan:

Sa = BJ semu

Bk = BJ kering

B = Massa piknometer + air

Bt = Massa pikno + pasir + air

➤ BJ efektif

$$Bj \text{ Efektif} = \frac{Sa + Sd}{2}$$

Keterangan:

Bj efektif = BJ efektif

Sa = BJ semu

Sd = BJ kering

➤ Penyerapan air

$$Sw = \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan:

Sw = Penyerapan air

SSD = Massa pasir kering permukaan

Bk = Massa pasir kering

### 3. Void in the Mineral Aggregate (VMA)

VMA atau volume rongga di tiap partikel agregat aspal. Nilai VMA mempunyai persyaratan spesifikasi adalah minimum 15%. sifat campuran udara, air dan elastis *campuran* berpengaruh terhadap nilai VMA. Untuk mendapatkan nilai VMA dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times p_s}{G_{sb}}$$

Keterangan:

G<sub>mb</sub> = berat jenis bulk dari beton aspal padat

P<sub>s</sub> = kadar agregat (%)

G<sub>sb</sub> = berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat

## 4. Void in the Mix (VIM)

VIM atau Total rongga udara yang berada diantara partikel yaitu nilai yang *berpengaruh* atas keawetan perkerasan. Semakin tinggi nilai VIM maka semakin besar total rongga pada campuran dan akan mengakibatkan porous, namun jika nilai pada VIM rendah maka dapat terjadi bleeding mengakibatkan bleeding. Untuk mendapatkan nilai VIA bisa menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} G_{mb}}{G_{mm}}$$

Keterangan:

$G_{mm}$  = berat jenis maksimum beton aspal yang belum dipadatkan

$G_{mb}$  = berat jenis bulk dari beton aspal padat

## 5. Void Filled with Asphalt (VFA)

VFA atau persentase rongga yang terdapat diantara partikel agregat merupakan campuran setelah proses pemadatan. VFA mengalami bleeding apabila nilai VFA tinggi, *namun* jika nilai VFA kecil juga dapat menyebabkan aspal menjadi tipis mudah retak dan mengakibatkan lapisan perkerasan tidak tahan lama. Untuk mendapatkan nilai VFA bisa menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$VFA = 100 \times \frac{VMA \times VIM}{VMA}$$

Keterangan:

VMA = volume rongga antar butir campuran agregat (%),

VIM = volume rongga dalam beton aspal padat (%).

## 6. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan untuk menerima suatu beban deformasi *akibat* beban lalu lintas. Kualitas, bentuk, tekstur, mempengaruhi nilai dari stabilitas itu sendiri, pengunci agregat dan gesekan antara butiran agregat. Nilai stabilitas dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$S = o \times p \times q$$

Keterangan:

S = nilai stabilitas,

o = pembaca arloji stabilitas

p = kalibrasi alat, dan

q = angka koreksi benda uji.

7. Kelelahan (Flow)

Flow adalah pembebanan yang terjadi di awal pada besarnya deformasi vertikal benda uji. Nilai flow berkaitan dengan kadar aspal, gradasi agregat dan suhu *pemadatan*. Nilai flow yang tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga mudah mengalami perubahan bentuk alurnya dan gelombang, sedangkan nilai flow yang rendah mengakibatkan campuran kaku sehingga campuran mudah retak.

8. Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan nilai hasil bagi dari nilai stabilitas yang telah *dikoreksi* terhadap nilai kelelahan (flow) terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Untuk persamaan dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$MQ = \frac{MS}{MF}$$

Keterangan:

MQ = Marshall Quotien (Kg/mm)

MS = Marshall Stabilitas (Kg)

MF = Marshall Flow (mm)

9. Kerapatan (Density)

*Density* atau kerapatan merupakan sifat campuran setelah dipadatkan. Kerapatan semakin baik apabila nilai density semakin tinggi.