

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini berisi tentang penelitian terdahulu yang membahas tentang pengujian-pengujian variasi penggunaan *filler* pada campuran aspal, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Rizaldi, et all, (2021) telah melakukan penelitian tentang penggunaan *filler* limbah ampas kopi untuk meningkatkan stabilitas aspal porus, setelah dilakukan penelitian maka menghasilkan *mix design* aspal porus dengan nilai stabilitas yang paling tinggi dan layak dipergunakan berdasarkan parameter *marshall* berada pada kadar aspal minyak 7% dengan nilai 1011 kg, Nilai *flow* 3,65 mm, Nilai *Marshall quotient* (MQ) 277 kg/mm. dengan hasil VMA (*Void In Mineral Agregate*) 16,13%, VIM (*Voids In Mix*) 4,58%, VFB (*Void Filled Bitumen*) 71,62%
2. Muhammad Fakhur Rohman, et all, (2020) melakukan penelitian terhadap penggunaan *filler* arang kayu pada aspal HRS-WC dan aspal AC-WC yang mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) masing-masing untuk Laston = 5,3% dan untuk campuran aspal lastaston sebesar = 7,89%. Dan untuk penambahan *filler* serbuk arang kayu pada campuran aspal menyebabkan nilai-nilai karakteristik pada campuran seperti stabilitas pada campuran AC-WC menggunakan abu batu sebesar 1511,9 kg, sedangkan jika menggunakan arang kayu menurun menjadi 1049,6 kg.
3. Saleh. (2018) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan zeolit alam sebagai *filler* pada campuran AC-BC ditinjau dari nilai VITM. Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan memakai benda uji menggunakan 5 variasi kadar filler, yaitu variasi 1(100% debu batu : 0% zeolit alam), variasi 2 (75% debu batu : 25% zeolit alam), variasi 3 (50% debu batu : 50% zeolit alam), variasi 4 (25% debu batu : 75% zeolit alam) dan variasi 5 (0% debu batu : 75% zeolit alam) setelah itu dari nilai KAO yang didapatkan dilakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai dari VITM dan mendapatkan kesimpulan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai dari VITM akan semakin menurun. Pada penelitian ini hanya memakai debu batu sebagai *filler*

sedangkan pada penelitian Saleh (2018) memakai zeolit alam sebagai pengganti *filler*.

4. Febrina Dian Kurniasari, et all, (2018) melakukan penelitian terhadap pengaruh *filler* abu ampas tebu dengan bahan pengikat aspal pen 60/70 pada campuran aspal laston AC-WC, penelitiannya menghasilkan penggunaan abu ampas tebu sebagai *filler* pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan aspal pen 60/70 memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3 (2014), dengan hasil nilai stabilitas yaitu 13422,74 kg.

## 2.2 Dasar Teori

Pada dasar teori ini berisi tentang materi yang dibahas di dalam penelitian ini, dan seluruh teori yang digunakan dalam penelitian ini ditulis secara rinci dan *komunikatif*. Adapun isi dari dasar teori ini adalah :

### 2.2.1 Aspal

Aspal merupakan bahan utama dalam perkerasan jalan yang biasa didapatkan langsung dari alam itu sendiri maupun dari pengolahan lanjutan dari minyak bumi apabila aspal berada pada kondisi suhu tinggi maka akan menjadi cair/lunak dan apabila pada suhu ruang antara 25°-30° akan menjadi padat maupun semi padat karenanya aspal mempunyai sifat *thermoplastic*.

Aspal itu sendiri bisa dibedakan berdasarkan tempatnya berupa aspal alam dan aspal minyak. Aspal minyak berasal dari residu hasil pengolahan minyak bumi dan aspal alam tidak memerlukan pengolahan yang banyak seperti aspal minyak, aspal alam itu sendiri dapat diperoleh dari gunung-gunung seperti aspal buton, dan juga ada yang diperoleh dari danau seperti pada Bernudez, Trinidad yang merupakan aspal alam terbesar di dunia yang merupakan aspal danau (Sukirman, 2003). Maka untuk bahan aspal sebagai bahan untuk pembuatan benda uji aspal juga harus memenuhi syarat dalam spesifikasi aspal pen 60/70 yang dimana sesuai dengan SNI 06-6399-2000 seperti tabel berikut:

**Tabel 2. 1** Persyaratan spesifikasi Aspal pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Aspal Pen 60/70
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
2	Viskositas 135°C	SNI 06-6441-2000	160-240

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
7	Berat yang hilang, % (dengan TFOT)	SNI 2441:2011	≤0,8
8	Penetrasi pada 25(%) setelah penurunan berat	SNI 2456:2011	≥54
9	Daktilitas pada 25°C (cm) setelah penurunan berat	SNI 2432:2011	≥100

Sumber: *Spesifikasi Umum, (2018)*

### 2.2.2 Agregat

Agregat adalah gabungan dari pecahan batu, kerikil, pasir, sirtu, dan mineral yang lainnya atau campuran dari beberapa bahan tersebut, yang dimana didapatkan dari hasil alam atau dari hasil buatan. Dimana bermanfaat untuk menahan dari beban lalu lintas. Pada umumnya agregat memiliki kandungan yaitu berkisar 90% - 95% dari berat total ataupun 75% - 85% agregat bersumber dari persentase volume. Terdapat 3 jenis agregat berdasarkan sumber dari cara mendapatkan agregat tersebut, diantaranya:

- a. Agregat alam, yaitu agregat yang diperoleh dari alam dan digunakan untuk campuran perkerasan jalan yaitu berupa pasir dan batu kerikil.
- b. Agregat sudah jadi, agregat ini diperoleh dari hasil eskplorasi agregat alam yang telah dilakukan proses pemecahan dan disaring sebelum agregat digunakan.
- c. Agregat buatan, adalah agregat yang diperoleh dari hasil kimia dan fisika sehingga menghasilkan agregat baru.

Adapun agregat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

#### 1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar yaitu agregat yang tertahan saringan no.8 (2,36 mm), dan agregat kasar memberikan fungsi yaitu:

- a) Membuat agregat menjadi saling mengunci sehingga akan perkerasan jalan akan tahan terhadap gesekan yang terjadi pada aksi perpindahan.
- b) Nilai stabilitas didapatkan dari wujud dan tekstur bidang agregat kasar (kubus dan kasar).

## 2. Agregat Halus

Fraksi agregat halus yaitu lolos saringan no.8 dan tertahan no.200, fungsi agregat halus adalah sebagai berikut :

- a) Meningkatkan campuran sehingga menghasilkan nilai stabilitas yang sesuai dengan standard sehingga memperkokoh sifat saling mengunci dan akan mengurangi rongga udara pada sampel.
- b) Dari kasarnya tekstur permukaan maka akan menambah nilai stabilitas dan membuat lebih kasarnya permukaan.
- c) Dalam menggunakan agregat halus sangat diperlukan agregat halus dari saringan no.8 sampai dengan no.30 karena penting dalam memberikan perkerasan yang kasar sehingga baik untuk kendaraan dalam melewati permukaan aspal.
- d) Pada *Gap Graded*, agregat halus pada no.8 sampai dengan no.30 dikurangi untuk memperoleh rongga udara yang memadai di beberapa aspal tertentu, sehingga membuat permukaan *Gap Graded* bisa halus.
- e) Agregat halus pada no.30 sampai dengan no.200 begitu dibutuhkan karena bertujuan menaikkan kadar aspal, dan sehingga membuat aspal menjadi lebih awet.
- f) Dalam penggunaan proporsi agregat kasar dan halus harus seimbang karena penting untuk memperoleh permukaan yang tidak licin dan menggunakan kadar aspal yang diinginkan.

## 3. Gradasi Agregat

Menurut (Pusjatan 2019), semua dari spesifikasi perkerasan menyaratkan penggunaan agregat harus berada di ukuran tertentu dan memiliki ukuran tertentu. Maka jenis campuran menggunakan campuran AC-BC mengikuti spesifikasi umum 2018 seperti tabel 2.2.

**Tabel 2. 2** Spesifikasi Gradasi Agregat Laston AC-BC

Ukuran Ayakan		% Berat yang lolos terhadap total agregat
ASTM	(mm)	(AC-BC)
1½	37,5	
1	25	100
¾	19	90-100

1/2	12,5	75-90
3/8	9,5	66-82
No. 4	4,75	46-64
No. 8	2,36	30-49
No. 16	1,18	18-38
No. 30	0,600	12-28
No. 50	0,300	7-20
No. 100	0,150	5-13
No. 200	0,075	4-8

Sumber : Bina Marga, (2018)

### 2.2.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bertujuan sebagai pengisi rongga udara pada campuran material maka dengan itu akan memperkaku lapisan aspal. Semisal campuran dari agregat kasar dan halus tidak masuk kedalam spesifikasi yang sudah ditentukan, sehingga harus ada penambahan *filler* terhadap campuran Laston. Filler yang dapat digunakan yaitu debu batu kapur, debu *dolomite*, dan semen *Portland*. Filler yang bagus merupakan yang tidak tercampur kotoran dan dengan keadaan kering dengan kadar air max 1%.

### 2.2.4 Filler Ampas Kopi

Ampas kopi merupakan limbah akhir setelah dilakukan penyeduhan kopi, yang dimana ampas kopi merupakan limbah industri pangan yang didapatkan dari diolahnya biji kopi. Maka dengan ampas kopi yang memiliki potensi untuk material berupa agregat halus yang bersifat pozzolan yang mengandung silika. Maka ampas kopi digunakan untuk pengganti *filler* kadar sebesar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Ampas kopi yang dipakai yaitu berupa abu yang lolos ayakan no.200.

### 2.2.5 Laston

Laston merupakan campuran aspal panas dengan menggunakan gradasi gabungan yang rapat/menerus yang dimana memiliki sedikit rongga didalam struktur agregatnya. Hal ini yang mengakibatkan dalam kombinasi AC-BC lebih peka kepada variasi proporsi campuran. Laston menggunakan aspal pen 60/70

dengan menggunakan agregat paling besar yaitu 25 mm yang digunakan pada perkerasan paling atas dan bermanfaat untuk lapisan aus (Bina Marga 2019). Laston sebagai lapisan aus, diketahui sebagai AC-BC (Asphalt Concrete - Binder Course). Laston adalah lapisan yang langsung berhubungan dengan roda kendaraan yang berarti juga lapisan paling atas dari lapisan perkerasan jalan dan memiliki fungsi untuk melindungi dari kerusakan air dan cuaca.



Gambar 2. 1 Lapisan Aus Laston

### 2.2.6 Rancangan Campuran (*Mix design*)

Campuran Mix Design ditentukan oleh gradasi agregat, kadar aspal total dan kadar aspal efektif, VIM, VMA, maka untuk memenuhi kualitas dari berbagai jenis lapisan maka dilakukan pembuatan dasar spesifikasi dasar campuran. Maka dengan dilakukannya spesifikasi dasar itu bisa memperoleh spesifikasi yang berbeda-beda, dan dipengaruhi oleh yaitu:

1. Rencana tebal perkerasan, dimana mempengaruhi cara perkerasan yang akan digunakan.
2. Jenis material, dimana ditentukan oleh masing-masing nomor saringan sehingga akan menggunakan saringan yang ditentukan.
3. Banyak campuran, yang dimana serupa sama gradasi yang digunakan.
4. Sifat campuran yang di inginkan, ditentukan dengan bentuk nilai, Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFA.
5. Proses perencanaan dalam pencampuran yang digunakan.

Metode yang sering digunakan di Indonesia yaitu metode yang menggunakan alat *marshall*. Perancangan dengan metode *marshall* ditemukan oleh *marshall*. pada pengujian laboratorium dilakukan pengujian empiris yang terdiri dari dua tahanan, antara lain:

- a. Meneliti karakter dari agregat ataupun aspal yang akan dipakai yang dimana akan menjadi dasar untuk campuran, dan juga material ini harus dapat memenuhi standart spesifikasi yang sudah ditentukan.
- b. Membuat rancangan awal campuran *Mix Design* yang dimana menghasilkan rumus campuran rancangan yaitu DMF (*Design Mix Formula*)

Maka untuk menentukan jumlah dari pencampuran, yaitu dengan aspal yang menyelimuti agregat, mengisi pori-pori di antara agregat harus efektif. Maka dengan itu dilakukan penentuan kadar aspal perkiraan dengan menggunakan rumus perhitungan yaitu :

1. Menentukan kadar aspal perkiraan (Pb)

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,45 (\% FA) + 0,18 (\% \text{ Filler}) + C \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

Pb = Kadar aspal perkiraan

CA = Agregat kasar tertahan saringan No. 8

FA = Agregat halus lolos saringan No. 8 dan tertahan No. 200

Filler = Agregat halus lolos saringan No. 200 dan tertahan PAN

C = Konstanta nilai perkiraan Laston 0,5-1; untuk Lataston 1-2

2. Menentukan berat aspal dan berat agregat

Berat benda uji = 1200 gram

Berat aspal = % kadar aspal x berat benda uji

Berat total agregat = Berat benda uji - Berat aspal

3. Menentukan berat agregat untuk masing-masing ukuran saringan sesuai dengan gradasi agregat yang sudah ditentukan, dan bisa dilihat pada tabel 2.2 gradasi agregat Laston AC-BC yang sesuai dengan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2019.

### 2.2.7 Pengujian *Marshall*

- a. Rongga di antara mineral agregat (*Void in the Mineral Agregat/ VMA*)

Rongga antar mineral agregat (VMA) merupakan lubang kecil yang ada pada agregat dalam perkerasan, sama seperti rongga udara dan volume pada aspal

efektif (bukan juga volume aspal yang diserap agregat).

1. VMA terhadap campuran total:

$$VMA = 100 x = \frac{G_{mb} X P_s}{G_{sb}}$$

Dimana:

VMA = Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)

G<sub>mb</sub> = Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)

G<sub>sb</sub> = berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)

P<sub>s</sub> = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran (%)

2. Terhadap berat agregat total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} x \frac{100}{(100 - P_s)} x 100$$

Dimana :

VMA = Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)

G<sub>mb</sub> = Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)

G<sub>sb</sub> = berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)

P<sub>s</sub> = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran (%)

b. Rongga di dalam campuran (*VIM*)

Rongga di dalam campuran atau *VIM* dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

$$VIM = 100 x = \frac{G_{mm} X G_{mb}}{G_{mm}}$$

Dimana :

VIM = Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, persentase dari volume total, (%)

G<sub>mb</sub> = Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)

G<sub>mm</sub> = Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)

c. Rongga udara yang terisi Aspal (*VFA*)

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA}$$

Dimana :

- VFA = Rongga udara yang terisi aspal, persentase dari VMA, (%)
- VMA = Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)
- VIM = Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, persentase dari volume total, (%)

d. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan trotoar untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengubah bentuk permanen seperti gelombang, jalur, dan keretakan (A. Rizaldi 2021), dinyatakan dalam satuan beban. Stabilitas didapatkan dari nilai yang ditunjukkan oleh jarum dial pada alat uji.

$$Stability = O \times E' \times Q$$

Dimana :

- Stability* = Stabilitas Marshall
- O = Pembacaan arloji stabilitas (Lbf)
- E' = Angka korelasi volume sampel
- Q = Kalibrasi alat *Marshall*

e. Kelelahan (*Flow*)

Nilai *flow* didapatkan dari hasil pengujian yang ditunjukkan langsung oleh jarum dial dan tidak perlu dilakukan konversikan menggunakan alat *marshall* dikarenakan nilai satuannya sudah milimeter (mm). pembatasan flow dibutuhkan sebagai penentu deformasi vertikal saat dilakukan pembebanan sehingga akan hancur pada saat stabilitas sudah mencapai maksimum. *Flow* akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal. (SNI-06-2489-1991).

f. Hasil bagi *Marshall (MQ)*

*Marshall Quotient (MQ)* adalah pembagian dari stabilitas dan kelelahan maka *Marshall Quotient (MQ)* merupakan hasil dari bagi stabilitas dan *flow*.

$$Marshall\ Quotient\ (MQ) = \frac{S}{F}$$

Dimana :

- MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)
- S = Stabilitas (kg)
- F = Nilai *Flow* (mm)