

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Landasan Teori**

Menurut Undang-Undang nomor 38 tahun 2004 menyebutkan bahwa jalan merupakan suatu prasarana transportasi meliputi semua bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang di tujukan untuk lalu lintas yang berada diatas atau dibawah permukaan tanah maupun air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan mempunyai peranan penting menyangkut pada perkembangan antar wilayah.

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras menggunakan lapis konstruksi tertentu yang memiliki ketebalan, kekakuan, kekuatan serta kestabilan agar mampu menyalurkan beban lalu lintas ketanah dasar.

Menurut Sukirnan S (1995), Berdasarkan jenis pengikatnya konstruksi perkerasan jalan di bedakan menjadi 3 yaitu:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigit Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Porland Cement*) sebagai bahan pengikat.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*) yaitu perkerasan kaku yang di kombinasikan dengan perkerasan lentur.

### 2.1.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Umumnya pada perencanaan perkerasan jalan raya di Indonesia menggunakan jenis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yang di padatkan di atas tanah dasar dan berfungsi sebagai penerima beban langsung dari roda kendaraan.

Perkerasan lentur umumnya terdiri dari lapis perkerasan permukaan aspal yang berada diatas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah granuler yang dihamparkan diatas tanah dasar (Hardiyatmo, 2017).

Perkerasan jalan raya di buat berlapis – lapis agar perkerasan mempunyai keawetan dan daya dukung yang memadai namun tetap ekonomis. Adapun lapis permukaan dibagi menjadi 4 yang meliputi:

#### 1. Lapis permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah perkerasan yang terletak paling atas yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

##### a. Fungsi struktural

Untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan, baik beban vertikal maupun beban horizontal (gaya geser).

##### b. Fungsi non struktural

1) Permukaan yang rata dan tidak licin, berfungsi untuk kenyamanan pengguna jalan raya.

2) Lapis kedap air, berfungsi untuk mencegah air masuk ke dalam lapisan di bawahnya.

3) Sebagai lapisan aus, lapisan yang dapat diganti dengan yang baru.

Lapis permukaan dibagi menjadi dua lapisan, yaitu:

1) Lapisan Aus (*Wearing Course*)

Lapisan Aus (*Wearing Course*) adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan sehingga mudah menjadi aus. Lapisan yang semakin lama maka akan semakin menipis dan dapat di ganti dengan yang baru. Fungsi lapis aus adalah untuk mengamankan perkerasan dari pengaruh air serta menyediakan permukaan yang halus dan kesat.

2) Lapis Antara (*Binder Course*)

Lapisan antara (*Binder Course*) merupakan lapisan yang menyediakan drainase yang baik dari permukaan kedap air, sehingga air tidak dapat meresap ke lapisan dibawahnya.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah lapis pondasi yang terletak pada lapis pondasi bawah dan lapis pondasi permukaan, material yang digunakan harus cukup kuat berupa batuan alam karena pelaksanaanya tanpa disertai bahan pengikat. Fungsi lapis pondasi atas adalah :

- a. Menyebarkan beban kelapisan bawahnya dan menahan gaya lintang dari beban roda.
- b. Lapisan peresapan untuk lapis pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapis permukaan.

### 3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah adalah perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Fungsi dari Lapis Pondasi Bawah adalah:

- a. Untuk menyebarkan beban roda.
- b. Lapis peresapan dan pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi.
- c. Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.

### 4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*) adalah lapisan tanah yang di atasnya akan diletakkan lapisan pondasi bawah. Sebelum di letakkan lapisan-lapisan di atasnya tanah dasar harus di padatkan terlebih dahulu sehingga mencapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume. Kekuatan dan keawetan konstruksi pekerjaan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

## **2.1.2 Bahan Penyusun Perkerasan Lentur**

### **2.1.2.1 Aspal**

Aspal merupakan bahan pembentuk lapis permukaan dari perkerasan lentur maupun perkerasan komposit. Aspal juga digunakan sebagai bahan pengikat dalam stabilisasi tanah-dasar atau lapis pondasi. Aspal (*Asphalt*) adalah material hasil penyaringan minyak mentah dan merupakan hasil dari industri perminyakan, aspal merupakan material untuk perekat yang berwarna coklat gelap sampai hitam, dengan unsur pokok yang dominan adalah bitumen. Hidrokarbon merupakan bahan dasar utama dari aspal yang sering disebut bitumen . Aspal yang terbentuk dari banyak molekul hidrokarbon ini mempunyai komposisi kimia yang

bermacam-macam. Pembentukan *kolloid* aspal bergantung pada sifat kimia dan persen dari molekul hidrokarbon, serta hubungan satu dengan yang lain. Sifat kimia dan fisik aspal yang bermacam-macam ini, disebabkan oleh bervariasinya sumber minyak mentah dan proses penyaringannya (Hardiatmo, 2017).

Fungsi aspal pada perkerasan jalan adalah:

1. Sebagai bahan pengikat antar agregat.
2. Sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butir – butir agregat dan pori – pori yang ada dari agregat itu sendiri.

**a. Jenis – jenis aspal**

Berdasarkan asal dan proses pembentukannya aspal diklarifikasikan berdasarkan :

a. Aspal alam

Aspal alam merupakan aspal yang diperoleh langsung dari alam.

Aspal ini di bedakan atas:

- Aspal gunung (*Rock Asphalt*), contoh aspal dari pulau Button.
- Aspal danau (*Lake Asphalt*), contoh aspal dari Bermudez, Trinidad

b. Aspal buatan

Aspal buatan merupakan aspal yang dibuat dengan dengan cara memproses risedu hasil destilasi minyak bumi. Risedu tersebut dapat dibedakan menjadi: *asphaltic base crude oil*, *paraffin base crude oil* dan *mixed base crude oil*. Dari ketiga bahan tersebut *asphaltic base crude oil* mengandung kadar aspal tinggi. Aspal buatan dapat dibedakan menjadi:

- a. Aspal minyak merupakan hasil penyulingan minyak bumi.

- b. Tar, merupakan penyulingan dari batu bara.

Aspal minyak dapat di bedakan lagi menjadi:

1. Aspal Keras / Panas (*Asphalt Cement*) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpangan atau temperature ruang ( $25^0$ -  $30^0$  C). Di Indonesia, aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu :
  - a. AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40 – 50.
  - b. AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60 – 70.
  - c. AC pen 85/100, yaitu AC dengan penetrasi antara 85 – 100.
  - d. AC pen 120/150, yaitu AC dengan penetrasi antara 120 – 150.
  - e. AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200 – 300.

Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

Tabel 2.1 Ketentuan Aspal Penetrasi 60-70

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60 - 70
1.	Penetrasi Aspal	SNI 06-2456-1991	60 - 70
2.	Titik lembek ( $^0$ C)	SNI 06-2434-2011	$\geq 48$

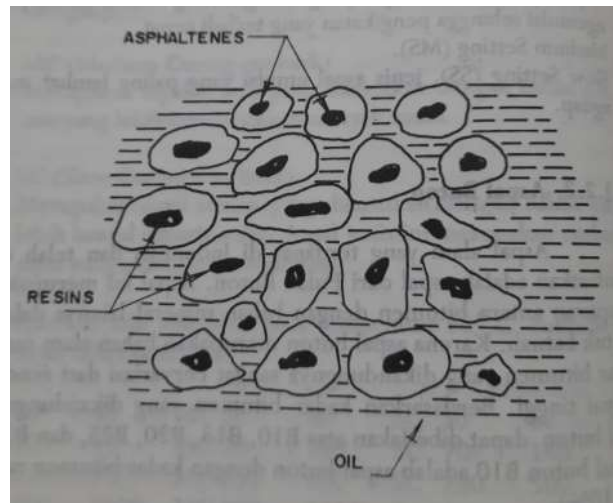
**Tabel 2.1** Lanjuatan

3.	Titik nyala ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 06-2433- 1991	$\geq 232$
4.	Berat jenis	SNI 06-2441- 1991	$\geq 1,0$
5.	Titik Bakar ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 06-2433- 1991	$\geq 232$

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga, 2010.

2. Aspal dingin atau cair (*Cut Back Asphalt*) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Yang di peroleh dari hasil penyulingan minyak bumi. Berdasarkan bahan pencairnya dan kemudahan menguap bahan pelarutnya, aspal cair dapat di bedakan atas:
  - a. RC (*Rapit Curing*), aspal semen yang dilarutkan dengan menggunakan bensin atau premium. Aspal ini merupakan *cutback* aspal yang paling cepat menguap.
  - b. MC (*Medium Curing*), aspal yang dilarutkan dengan menggunakan seperti minyak tanah.
  - c. SC (*Slow Curing*), aspal yang dilarutkan dengan menggunakan bahan seperti solar. Jenis aspal ini adalah yang paling lama menguap.
3. Aspal *Emulsi* adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Dapat digunakan dalam keadaan panas maupun dingin. Aspal *emulsi* dan *cutback* aspal umum digunakan pada campuran dingin atau pada penyemprotan dingin.

Gambar 2.1 komposisi aspal



Sumber : Silvia Sukirman, 1995

### 2.1.2.2 Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90 – 95% agregat berdasarkan presentase berat atau 75 -85% agregat berdasarkan presentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.(Sukirman S, 1995).

Agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Yang menentukan kualitas agregat sebagai perkerasan jalan raya adalah gradasi, kebersihan, kekerasan, dan ketahanan. Agregat berbentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan menyerap air, berat jenis dan daya kelekatan terhadap aspal, agregat dengan kadar pori besar akan membutuhkan jumlah aspal lebih tipis. Penentuan banyak pori ditentukan berdasarkan air yang dapat terabsorpsi oleh agregat. Nilai penyerapan adalah perubahan berat agregat karena penyerapan air oleh pori-pori



dengan agregat pada kondisi kering. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting pada konstruksi perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Dalam pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi syarat akan sangat menentukan keberhasilan pembangunan jalan. Berdasarkan ukuran butirnya dapat dibedakan atas Agregat kasar, Agregat halus dan Bahan pengisi (*filler*)(Abdillah, 2017).

Berdasarkan besar partikel agregat dibedakan atas:

#### 1. Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil hasil disintegrasi alami batuan atau batuan pecah yang mempunyai ukuran  $> 4,75$  mm menurut ASTM atau  $> 2$  mm menurut AASHTO. Umumnya mempunyai permukaan yang kasar dan mempunyai bentuk tak beraturan karena terbuat dari batu pecah. Kondisi agregat harus bersih, kering, kuat dan terbebas dari kotoran yang mungkin menempel.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar

Jenis pemeriksaan	Metode pengujian	Persyaratan
Berat jenis <i>bulk</i>	SK SNI1969-2008	Min 2.5`
Berat jenis SSD		
Berat jenis semu		
Penyerapan,%	SK SNI1969-2008	Maks 3%

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republic Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6.

Agregat kasar pada campuran beraspal berfungsi memberikan kekuatan yang pada akhirnya mempengaruhi *stabilitas* dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci (*interlocking*) dari masing-masing partikel

agregat. Agregat kasar mempunyai peranan sebagai pengembang volume mortar, menjadikan lebih ekonomis, meningkatkan ketahanan mortar terhadap kelelahan (*flow*) dan meningkatkan *stabilitas*.

## 2. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang mempunyai ukuran  $< 4,75$  mm menurut ASTM atau  $< 2$  dan  $> 0,075$  mm menurut AASTHO. Berasal dari alam atau hasil alam, agregat halus harus bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Anguler dengan kadar uji rongga	SNI 03-6877-2002	Min 45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos ayakan no. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks 1%

*Sumber : spesifikasi umum bina marga, 2010 (revisi 3).*

### a. Gradasi agregat

Gradasi berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan *stabilitas* perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan *stabilitas* dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Agregat yang mempunyai ukuran seragam akan menghasilkan pori antar butiran menjadi besar. Sebaliknya jika agregat mempunyai ukuran bervariasi akan mempunyai volume kecil, dimana butiran kecil mengisi pori diantara butiran besar sehingga pori porinya menjadi sedikit. (Sukirman, 2010)

Tabel 2.4 Ukuran Butir Agregat

Ukuran	Bukaan %	Ukuran	Bukaan (mm)
4 inch	100	3/8 inch	9,5
3 ½ inch	90	No. 4	4,75
3 inch	75	No. 8	2,36
2 ½ inch	63	No. 16	1,18
2 inch	50	No. 30	0,6
1 ½ inch	37,5	No. 50	0,3
1 inch	25	No. 100	0,15
¾ inch	19	No. 200	0,075
¼ inch	12,5	-	-

Sumber : perkerasan lentur jalan ratya , Sukirman S. 2010

Menurut Sukirman (2010). Gradasi agregat dibedakan menjadi 3 diantaranya:

1. Gradasi Buruk (*Poorly Graded*)

Gradasi buruk merupakan gradasi dengan salah satu atau lebih *fraksi* penyusun agregat hilang, sehingga membuat susunan *fraksi* agregat tidak lengkap. Campuran yang menggunakan gradasi buruk akan memiliki sifat rapat di beberapa bagiannya, namun meninggalkan rongga di bagian lainnya.

2. Gradasi Rapat (*Dense Graded*)

Gradasi rapat merupakan gradasi yang sempurna karena komposisi antar agregat butiran kecil dan butiran besar berada pada presentase yang berimbang atau agregat penyusunnya lengkap dari yang kecil hingga yang terbesar. Agregat yang baik akan memberikan suatu keadaan kepadatan dan *stabilitas* yang baik akibat kontak butir yang hampir menyeluruh pada bidang permukaan, kurang kedap air dan berat volume besar.

3. Gradasi Seragam (*Uniform Graded*)

Gradasi seragam merupakan gradasi agregat yang mempunyai ukuran hampir sejenis atau mengandung agregat halus yang cukup sedikit sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.

### **2.1.2.3 Filler**

Menurut Hardiatmo (2017), bahan pengisi (*Filler*) merupakan material berbutir halus yang lolos saringan No. 200 (0.75mm), dapat terdiri dari debu batu, kapur padam, semen *porland*, dan bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. Bahan pengisi ini mempunyai fungsi:

1. sebagai pengisi antara partikel yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butiran yang tinggi, dengan demikian akan meningkatkan *stabilitas* campuran.
2. Jika ditambahkan kedalam aspal, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk mastik yang bersama-sama dengan aspal mengikat partikel agregat. Dengan penambahan bahan pengisi, aspal menjadi lebih kental dan campuran agregat aspal menjadi bertambah kekuatannya.

Kadar *filler* dalam campuran beton aspal akan berpengaruh pada proses pencampuran., penghamparan dan pemadatan. Selain itu *filler* juga mempengaruhi sifat elastisitas campuran dan sensitivitasnya terhadap air.

Tabel 2.5 Ketentuan Bahan Pengisi (*Filler*)

Pengujian	Standar	Nilai
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-6723-2002	Min 75%

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi I Devisi 6

Adapun ketentuan *filler* pada campuran aspal menurut Bina Marga 2010 revisi 1 adalah:

1. Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur , kapur padam, semen atau abu terbang yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-1968-1990 harus bahan yang lolos ayakan No.200.

3. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2% dari berat total agregat.

#### **2.1.2.4 Gypsum**

*Gypsum* merupakan material yang sering kita jumpai sebagai hiasan interior, *List Profil* pada tembok bangunan, papan dinding (*Wall Board*), bahan dasar pembuat semen, bahan dasar pembuat cetakan kerajinan keramik, pengisi (*Filler*) pada cat, bahan pembuat pupuk (*Fertilizer*) dan berbagai macam keperluan lainnya (Cristanto dan Wibowo, 2005).

*Gypsum* merupakan bahan yang sering digunakan oleh masyarakat, selain harganya murah *Gypsum* juga mudah dibentuk menjadi berbagai macam barang - barang rumah tangga maupun bangunan. *Gypsum* merupakan salah satu mineral non logam, *Gypsum* terdiri dari *Calcium Sulphate Dihydrate* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). *Gypsum* yang paling umum ditemukan adalah jenis *Hidrat Calcium Sulfat* dengan rumus kimia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . *Gypsum* adalah salah satu dari beberapa mineral yang teruapkan. Contoh lain dari mineral - mineral tersebut adalah karbonat, borat, nitrat, dan sulfat.

*Gypsum* terbentuk karena pengendapan air laut dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. *Gypsum* merupakan material yang teruapkan misalnya: karbonat, borat nitrat dan sulfat. Mineral ini diendapkan di laut, danau goa, dan di lapisan garam karena konsentrasi ion-ion oleh penguapan (Aminuddin dkk, 2018).

Dalam bentuk murni, *Gypsum* berupa Kristal berwarna putih, abu-abu, kuning, jingga, atau hitam bila kurang murni. Terdapat 2 jenis *Gypsum* yaitu *Anhidrit* (*Gypsum* yang disuling dibentuk dari 29,4% zat kapur dan 23,5% belerang) dan *Dehydrate* (berisi  $\text{CaSO}_4$  dan  $2\text{H}_2\text{O}$  serta air). *Gypsum* yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . ketika air panas atau air yang memiliki kadar garam yang tinggi *Gypsum* berubah menjadi *Basanit* ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) juga menjadi *Anhidrit* ( $\text{CaSO}_4$ ). Dalam keadaan seimbang, *gypsum* berada diatas suhu  $108^\circ\text{F}$  atau  $42^\circ\text{C}$  dalam air murni akan berubah menjadi *Anhidrit* (Auditia dkk, 2018).

**a. Sifat Fisik *Gypsum***

Adapun sifat fisik *gypsum* adalah :

1. Berwarna putih, kuning, abu - abu, merah jingga, hitam bila tidak murni.
2. Konduktivitasnya rendah
3. Kilap seperti sutera
4. Bentuk mineral : kristalin, serabut dan massif.
5. Keras seperti mutiara terutama permukaan.
6. Massa jenis :  $2,31 - 2,35 \text{ g/cm}^3$

**b. Sifat Kimia *Gypsum***

1. Pada umumnya mengandung  $\text{SO}_3 = 46,5 \%$  ;  $\text{CaO} = 32,4 \%$  ;  $\text{H}_2\text{O} = 20,9 \%$ .
2. Kelarutan dalam air adalah 2,1 gram tiap liter pada suhu  $40^\circ\text{C}$  ; 1,8 gram tiap liter air pada  $0^\circ\text{C}$  ; 1,9 gram tiap liter pada suhu  $70 - 90^\circ\text{C}$ .
3. Kelarutan bertambah dengan penambahan HCL atau  $\text{HNO}_3$ .

**c. Proses pembentukannya *Gypsum***

1. *Gypsum* alam, yaitu merupakan *Mineral Hidrous Sulfat* yang mengandung dua molekul air dengan rumus kimia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , dimana jenis batuanannya adalah *Satinspar, Alabaster, Gypsite Dan Selenit*, dengan warna bervariasi mulai dari putih, kekuning - kuning sampai abu - abu.
2. *Gypsum* sintetis, yaitu *Gypsum* yang diperoleh dengan memproses air laut dan air kawah yang banyak mengandung sulfat dengan menambahkan unsur kalsium kedalamnya dan sumber lainnya adalah *Gypsum* sebagai produk sampingan pembuatan asam fosfat, asam sulfat dan asam sitrat.

Karena memiliki kadar kalsium yang tinggi, maka *Gypsum* memiliki banyak kegunaan, antara lain:

1. Sebagai penambah kekerasan untuk bahan bangunan.
2. Untuk *Drywill* (pelapis dinding).
3. Sebagai bahan perekat.
4. Penyaring dan sebagai pupuk tanah.
5. Untuk bahan baku kapur tulis.
6. Sebagai salah satu bahan pembuat *Portland Cement*.
7. Sebagai *indicator* pada tanah dan air.

Tabel 2.6 Komposisi Kimia Bahan *Gypsum*

No.	Bahan	Kandungan (%)
1.	Kalsium (Ca)	23,28
2.	Hydrogen (H)	2,34



**Tabel 2.6 Lanjutan**

3.	Kalsium oksida (CaO)	37,57
4.	Air (H <sub>2</sub> O)	20,93
5.	Sulfur (s)	18,63

Sumber : sinaga, s, 2009

### 2.1.3 Beton Aspal

Aspal beton adalah tipe campuran pada lapisan penutup perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural dengan kualitas yang tinggi terdiri dari agregat yang dicampurkan aspal sebagai bahan pengikatnya. Material tersebut akan dicampurkan pada suhu tertentu, kemudian diangkut menuju lokasi untuk di hamparkan dan dipadatkan.

#### 2.1.3.1 Jenis – Jenis Beton Aspal

- a. Beton aspal campuran panas (*Hot Mix*) adalah beton aspal yang proses pencampuran materialnya dengan suhu 140<sup>0</sup>C.
- b. Beton aspal campuran sedang (*Warm Mix*) adalah beton aspal yang proses pencampuran materialnya dengan suhu 60<sup>0</sup>C.
- c. Beton aspal campuran dingin (*Cold Mix*) adalah beton aspal yang proses pencampuran materialnya dengan suhu 25<sup>0</sup>C.

Sesuai fungsinya beton aspal dibedakan menjadi :

- a. Beton aspal untuk lapisan aus / *Wearing Course (WC)* adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, lapisan yang kedap

air, tahan terhadap cuaca dan mempunyai kekasatan yang diisyaratkan.

Beton aspal lapisan aus mempunyai tebal nominal minimum adalah 4 cm.

- b. Beton aspal lapisan pondasi / *Binder Course (BC)* adalah lapisan yang terletak dibawah lapisan aus tidak berhubungan langsung dengan cuaca namun perlu stabilisasi untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Beton aspal lapisan pondasi mempunyai tebal nominal minimum adalah 6 cm.
- c. Beton aspal untuk pembentuk dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama. Umumnya sudah aus dan seringkali tidak lagi berbentuk *Crown*. (Silvia Sukirman, 2003).

#### **2.1.4 Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)**

Menurut Soehartono 2015, *Asphalt Concrete – Wearing Course* adalah lapis beton aspal untuk permukaan jalan, biasanya tidak terlalu tebal sekitar 5 cm sebagai lapis aus sekaligus sebagai lapis penutup, bersifat lentur untuk dapat menerima gerakan lapis dibawahnya tanpa mengalami retak. Ditinjau dari penggunaan material aspal, maka aspal yang digunakan harus dari jenis yang tahan panas, karena terletak pada posisi paling atas agar tidak mudah melunak (*Bleeding*) dan *Bulging* (berubah bentuk, bergelombang) tidak mudah timbul retak yang dapat menyebabkan bocor air, dan tidak mudah terjadi lepas butir(kehilangan daya lengket).

Penggunaan *AC-WC* yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. (Hasmiati dan Arsyad, 2014). Selain itu, Bina Marga 2010 juga

memberikan persyaratan laston dalam lapis perkerasan yang dapat dilihat pada

Tabel 2.7

Tabel 2.7 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston(AC)

Sifat – sifat Campuran		Laston					
		Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar aspal efektif (%)		5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,2					
Jumlah tumbukan perbidang		75				110	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,5					
	Maks	5,0					
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15		14		13	
Rongga terisi aspal (%)	Min	65		63		60	
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800				1800	
	Maks	-				-	
Pelelehan (mm)	Min	3				4.5	

**Tabel 2.5** Lanjutan

Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	300
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 <sup>0</sup> C	Min	90	
Rongga dalam campuran (%)	Min	2,5	

Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, 2010 Revisi 1

Devisi 6

### 2.1.5 Karakteristik Campuran Aspal Beton

Menurut sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang perlu di miliki beton aspal, meliputi :

#### 1. Stabilitas (*Stability*).

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *Bleeding*. 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 menurut *stabilitas* yang lebih besar dibandingkan dengan jalan yang volume lalu lintasnya hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Nilai *stabilitas* terkoreksi dihitung dengan rumus (RSN M-01-2003) dimana:

$$S = q \times C \times k \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

$S$  = *Stabilitas*

$Q$  = pembacaan *stabilitas* pada alat *Marshall*

$K$  = faktor kalibrasi alat

$C$  = angka koreksi ketebalan

Lb ke Kg = 0,454

## 2. Keawetan (*Durability*)

Keawetan (*Durability*) diperluakan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

## 3. Kelenturan (*Flexibility*)

Kelenturan (*Flexibility*) adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti *deformasi* yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak atau perubahan volume. *Fleksibilitas* yang tinggi dapat diperoleh dengan:

1. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
2. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi).
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

## 4. Ketahanan Terhadap Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan (*Fatigue Resistance*) adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima baban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang

berubah alur dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

1. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
2. VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan lapis perkerasan menjadi *fleksibel*.
5. Kekesatan Permukaan / ketahanan geser (*Skid Resistance*)

Tahanan geser / kekesatan (*Skid Resistance*) adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip di waktu hujan maupun waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

6. Kedap Air

Kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal di padatkan dapat menjadi indikator kededapan air campuran. Tingkat *impermeabilitas* beton aspal berbanding terbalik dengan tingkatan *durabilitasnya*.

7. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan (*Workability*) adalah mudahnya suatu campuran untuk dihamparkan 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. Temperature campuran. Yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *termoplastis*.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

### 2.1.6 Metode *Marshall*

Menurut Wannan dan Kaseke (2015), karakteristik pengujian *Marshall* adalah kriteria yang paling umum digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat – sifat campuran.

Kriteria pengujian *Marshall* terdiri atas:

#### a. *Stabilitas*

Dalam campuran beton aspal yang paling utama adalah cukupnya *stabilitas* yang dapat menahan *deformasi* dan kelelahan plastis yang diakibatkan oleh beban *statis* dan *dinamis* oleh lalu lintas sehingga tidak layak menimbulkan bekas roda, keriting dan penurunan atau kenaikan pada permukaan perkerasan jalan. Spesifikasi *stabilitas* untuk perkerasan bergantung pada jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. *Stabilitas* terjadi dari hasil gesekan antar bumi, penguncian antar partikel dan daya ikat yang lebih baik dari aspal. Nilai *stabilitas* dinyatakan dalam Kg dan kN.

#### b. Kelelahan Plastis

Kelelahan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan

dalam mm atau 0,01 Inch. Nilai keelehan yang tinggi memberikan ciri campuran yang plastis disebabkan keelehan aspal. Sedangkan jika nilai keelehan amat rendah akan memberikan ciri campuran yang kaku disebabkan kadar aspal yang rendah.

c. *Marshall Quotient*

*Marshall Quotient* (hasil bagi *Marshall*) adalah perbandingan antara stabilitas dengan keelehan plastis yang dinyatakan dalam KN/mm. campuran dengan stabilitas tinggi dan keelehan plastis yang rendah menghasilkan nilai MQ yang tinggi dan menunjukkan campuran tersebut kaku. Nilai *Marshall Quotient* dihitung dengan rumus berikut : (Subono, 2011)

$$MQ = \frac{S}{F} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :

MQ = *Marshall Quotient*

S = nilai *stabilitas* (Kg/mm)

F = nilai *flow* (mm)

Tujuan dari pengujian *Marshall* adalah untuk menentukan kandungan pengikat yang optimal pada campuran agregat dan bitumen tertentu. Data uji digunakan untuk *Marshall Properties* versus *Bitumen Content For Neat Bitumen* dengan menggunakan metode *Marshall* dan *Modified Marshall*. Nilai *stabilitas Marshall* versus isi bitumen, aliran versus isi aspal, persen rongga dalam campuran aspal total versus isi campuran aspal dan persen rongga yang diisi dengan bitumen versus isi aspal juga diplot untuk bitumen rapi (Winarno dkk, 2020).



## **2.2 Penelitian Terdahulu**

### **2.2.1 Dwi Kartikasari, Mohammad Zainuddin Abdillah (2018)**

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Kartikasari, Mohammad Zainuddin Abdillah (2018) yang berjudul “Substitusi *Filler* Pada Campuran Aspal Dengan *Fly Ash* Dan Serbuk Batu Bata Merah” yang di terbitkan jurnal CIVILLa Vol 3, No. 1 Tahun 2018, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Telah membahas mengenai perbandingan pengganti *filler* dengan *fly ash* dan bubuk bata merah dengan 100% fly ash, 100% bubuk bata dan 50% abu terbang : 50% batu bata bubuk. Pada penelitian didapatkan hasil kadar optimum 5,5% untuk setiap specimen. Nilai hasil uji *marshall* perbandingan antara 50% batu bata dengan 50% fly ash menghasilkan hasil yang bagus, baik nilai stabilitas *flow* maupun hasil bagi *marshall* atau marshall questient.

### **2.2.2. Sugeng Dwi Hartantyo, Widyastuti Dwi Pratiwi (2019)**

Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Dwi Hartantyo, Widyastuti Dwi Pratiwi (2018) yang berjudul “Pengaruh Kekuatan Campuran Aspal Panas *Laston* Tipe IV SNI 03-1737-1989 Akibat Penambahan Serat Eceng Gondok” yang di terbitkan jurnal CIVILLa Vol 4, No. 1 Tahun 2019, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Telah menemukan bahwa pencampuran *Laston Tipe IV* dengan bahan tambah serat eceng gondok meliputi; tahap persiapan alat dan bahan, pembuatan serat eceng gondok secara sederhana, pemeriksaan bahan susun (pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan aspal), pembuatan *job mix formula* (tahap spesifikasi gradasi/analisa saringan, tahap penentuan kadar optimum dan berat aspal, tahap penentuan berat serat eceng gondok), dan tahap pencampuran

*Laston Tipe IV* hingga menjadi benda uji (briket). Penambahan variasi ideal serat eceng gondok pada *Laston Tipe IV* dilakukan pada prosentase 0,02% - 0,06%. Sedangkan void yang diisi dengan uji aspal pada marshall test didapatkan hasil yang tidak memenuhi persyaratan, tetapi tidak menjadi masalah untuk keseluruhan hasilnya.

### **2.2.3 Samsul Arif (2018)**

Penelitian yang dilakukan oleh Samsul Arif (2018) yang berjudul “Alternatif Penggunaan Plastik *Polypropylene* Pada Campuran Aspal” yang diterbitkan jurnal CIVILLa Vol 3, No. 1 Tahun 2018, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Telah menemukan bahwa penelitian menggunakan jenis plastik PP (*Polypropylene*) sebagai bahan baku alternatif campuran aspal dengan variasi 2% dan 4%. menghasilkan nilai stabilitas terendah yaitu pada laston normal 1136 kg, namun nilainya masih memenuhi spesifikasi bina marga > 800 kg. arus terendah pada laston normal 3,62 nilai masih memenuhi ketentuan bina marga > 3. Nilai marshall quotient terendah 307, masih memenuhi persyaratan bina marga >250. Dengan penambahan plastik PP (*Polypropylene*) 2% dan 4% menunjukkan hasil yang lebih baik dari laston normal. Dilihat dari nilai stabilitas, flow dan MQ, kesemuanya lebih baik dari laston normal.

### **2.2.4 Budi Winarno, Ki Catur Budi, Sumargono, Agata Iwan Candra Saiful Muslimin, Sudjati (2020)**

Penelitian yang dilakukan oleh Budi Winarno, Ki Catur Budi, Sumargono, Agata Iwan Candra Saiful Muslimin, Sudjati (2020) yang berjudul “Pengaruh Abu Batu Sebagai *Filler* Terhadap Kinerja Aspal Beton AC – WC Pada Test Marshall”

yang di terbitkan jurnal CIVILLA Vol 5, No. 2 Tahun 2020, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Penelitian ini mengguankan abu batu sebagai *filler* yang telah dihancurkan. Metode yang digunakan adalah eksperimen pada penambahan limbah benda uji beton dengan prosentase normal, 30%, 50%, 70% dan 100%. Metode marshall menjadi dasar perhitungan nilai stabilitas dan flow. Pada uji marshall menghasilkan pengujian karakteristik dari tabel tersebut mempunyai nilai rata-rata dari hasil penelitian campuran aspal beton menggunakan abu batu sebagai filler dengan 5 sampel pada metode marshall menunjukkan hasil, bahwa semua hasil memenuhi persyaratan Bina Marga pada nilai VMA 18,22%, nilai VIM 4,22%, nilai VFB 75,4%, nilai STABILITAS 4806 kg, nilai FLOW 3,24 kg, dan nilai marshall quotient (MQ) 14958,1kg/mm.

#### **2.2.5 Moch Zaenuri, Fauzie Nursandah (2019)**

Penelitian yang dilakukan oleh Moch Zaenuri, Fauzie Nursandah (2019) yang berjudul “Penelitian Penambahan Karet Alam (Lateks) Pada Campuran Laston AC-WC Terhadap Karakteristik *Marshall*” yang di terbitkan jurnal CIVILLA Vol 4, No. 2 Tahun 2019, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Pengujian menggunakan alat uji Marshall didapat nilai KAO sebesar 6,20%. dari campuran laston AC-WC dengan variasi lateks 7% terhadap total berat aspal pada benda uji dimana semua perhitungan dan penelitian menggunakan alat uji marshall memenuhi. Didapat nilai stabilitas 1349,63 kg, nilai Flow 3,49 mm, nilai MQ 397,78 kg/mm, nilai VIM 4,35 %, nilai VMA 16,39 %, nilai VFB 72,62.

### **2.2.6 April Gunarto dan Suwarno (2019)**

Penelitian yang dilakukan oleh April Gunarto dan Suwarno (2019) yang berjudul “Pemanfaatan Bubuk Silica Terhadap Hasil Stabilitas Dan Flow Pada Laston AC-BC” yang di terbitkan jurnal CIVILLa Vol 4, No. 2 Tahun 2019, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental di laboratorium. Kinerja campuran beraspal ditentukan berdasarkan daya dukung campuran berdasarkan parameter stabilitas dan volumetrik dengan metode Marshall (SNI 06- 2489-1991) dengan 30 benda uji dari penambahan bubuk silica sejumlah 3%, 5%, 7%, 10% dan 12% dari berat benda uji dengan kadar aspal 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Setelah serangkaian uji laboratorium didapatkan kandungan kadar aspal optimum pada penambahan kombinasi bubuk silica 3% sebesar 6%. Dengan rincian hasil rata-rata nilai Stabilitas 1186kg, Flow 4,17mm, dan MQ 286 kg/mm.

### **2.2.7 Zulkifli Lubis, Errine Yulia Rizqi Intanti (2018)**

Penelitian yang dilakukan oleh Zulkifli Lubis, Errine Yulia Rizqi Intanti (2018) yang berjudul “Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Alternatif Admixture Pada Laston Tipe XI SNI 03-1737-1989 Ditinjau Terhadap Nilai-nilai Uji Marshall” yang di terbitkan jurnal CIVILLa Vol 3, No. 2 Tahun 2018, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399. Metode yang digunakan adalah trial and error dengan mengacu pada SNI 03 – 1737 - 1989. Variasi yang digunakan adalah 2%,4%,6%,8% dan 10%. Dari berat aspal, kadar aspal yang digunakan adalah 5,72%. Dari 5 variasi campuran yang digunakan pada campuran Laston tipe XI didapatkan kadar serat eceng gondok yang nilainya terbaik dan memenuhi

spesifikasi SNI 03-1737-1989 adalah kadar serat 6% yang di dapat dari data perhitungan menggunakan grafik serta perhitungan permodelan regresi, dimana Marshall Stability yang di dapatkan yaitu sebesar 644,46 Kg, Flow sebesar 3,39 mm , VMA (Rongga dalam agregat ) sebesar 13,83 % , VFWA ( Rongga dalam udara ) sebesar 65,35%, VIM (Rongga terisi aspal) sebesar 2,52 % , Density sebesar 2,31 gr/cc , dan Marshall Quotient sebesar 164,03 Kg/mm.

### **2.2.8 Ahmad Ridwan, Yosef Cahyo Setianto Poernomo (2018)**

Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Ridwan, Yosef Cahyo Setianto Poernomo (2018) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Batu Granit Sebagai Campuran Agregat Pada AC-L” yang di terbitkan jurnal CIVILLA Vol 3, No. 2 Tahun 2018, Universitas Islam Lamongan. ISSN No. 2503 – 2399 Dari hasil pengujian Marshall, campuran Laston dengan limbah batu granit sebagai pengganti agregat kasar, dengan kadar limbah batu granit mulai 10%, 20%, 30%, diketahui ada pengaruh kualitas campuran terhadap karakteristik marshall. Campuran aspal Laston dengan limbah batu granit sebagai pengganti agregat kasar, pada kadar limbah batu granit optimum 20%, menghasilkan kualitas campuran : marshallstability 1050.67 kg, pelelehan / flow 4.00 mm, marshall quotient 262.67 kg/mm.

### **2.2.9 Bethalia Adventi Auditia, Rendih, Debora Elnov, Mulatua H.H, Rachmansyah (2018)**

Penelitian yang dilakukan oleh Bethalia Adventi Auditia, Rendih, Debora Elnov, Mulatua H.H, Rachmansyah (2018) yang berjudul “pengaruh penggunaan bubuk *Gypsum* sebagai *Filler* dalam campuran aspal” yang di terbitkan Jurnal

Teknik Dan Ilmu Komputer Vol 7, No. 26 Tahun 2018, Universitas Kristen Krida Wacana. Penelitian ini menggunakan metode Marshall berdasarkan SNI 2006-2489-1991 untuk pengujian campuran beraspal Hasil pengujian campuran aspal pada variasi kadar Gypsum 5%, 6%, 7%, 8% dan 9%, menunjukkan bahwa penambahan gypsum sebagai pengganti bin 4 pada campuran beraspal dapat meningkatkan kualitas campuran beraspal pada kadar optimum, yaitu pada kadar gypsum 6% dengan nilai density sebesar  $2,12 \text{ gt/cm}^3$ , VIM 7,70%, VMA sebesar 18,10%, VFA sebesar 57,48%, stability sebesar 4,8mm dan QM sebesar 321,96 (kg/mm).

#### **2.2.10 Moch Aminuddin, Agatha Iwan Candra, Yosef Cahyo S (2018)**

Penelitian yang dilakukan oleh Moch Aminuddin, Agatha Iwan Candra, Yosef Cahyo S (2018) yang berjudul “ Job Mix Lston (AC – BC)” yang di terbitkan oleh Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Sipil Vol 1, No. 2 Tahun 2018, Universitas Kediri. Variasi kadar aspal yang digunakan dalam campuran laston pada penelitian ini adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% yang mana setiap kadar aspal dibuatkan benda uji sebanyak 3 sampel. Setelah melakukan tes marshall, diketahui bahwa dengan volumetrik dan parameter marshall menggunakan 3 sampel dari setiap kadar aspal, didapatkan hasil rata-rata pada perhitungan : VMA sebesar 17,68%, VIM sebesar 4,46%, VFB sebesar 74,87%, Stabilitas sebesar 1152kg, Flow sebesar 2,47 mm, dan MQ sebesar 472 kg/mm. Dan hasil tes pengujian karakteristik marshall, kadar aspal optimum yang dibutuhkan pada campuran laston AC – BC dengan menggunakan filler bubuk gypsum dan abu bata merah adalah sebesar 6,5%.

### **2.2.11 Mohammad Iqbal, Amiwarti, Agus Setiobudi (2020)**

Penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Iqbal, Amiwarti, Agus Setiobudi (2020) yang berjudul "Analisis Penambahan Limbah Las Karbit Sebagai Filler Campuran Aspal AC-WC". yang diterbitkan oleh Jurnal Deformasi Vol 5, No. 1 Tahun 2020, Universitas PGRI Palembang. Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang mana datanya diambil data dan hasil dari pengujiannya dari laboratorium AMP PT. Hakaaston Palembang. Hasil penelitian dari pengaruh kuat tekan Marshall Test dengan penambahan las karbit sebagai filler pada campuran aspal AC – WC dengan variasi 1%, 2%, 3% mengalami kenaikan serta mengalami penurunan terhadap pengujian Marshall Test. Dan pada penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah las karbit sebagai filler pada campuran aspal AC – WC dengan variasi 1%, 2%, 3% untuk nilai karakteristik tidak bisa didugakan dalam pengganti filler abu batu.

### **2.2.12 Kumalawati, Tri M. W, Yoviniaus Mastaram (2013)**

Penelitian yang dilakukan oleh Kumalawati, Tri M. W, Yoviniaus Mastaram (2013) yang berjudul "Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Batu Apung Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Aspal" yang diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil Vol II, No. 2 Tahun 2013, Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batu apung sebagai pengganti filler pada campuran aspal. Hal ini akan ditinjau dari nilai stabilitas dan kelelehannya. Adapun metode yang digunakan adalah metode Marshall. Pada metode Marshall ada beberapa tahap yang perlu dilakukan Antara lain: pengujian berat jenis, perencanaan gradasi agregat, perencanaan komposisi agregat, perhitungan berat

jenis bulk agregat, pengujian berat jenis campuran maksimum dan perhitungan nilai-nilai parameter Marshall. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini adalah semakin tinggi kadar filler dalam campuran aspal, semakin tinggi pula nilai stabilitas. Sebaliknya nilai kelelahan semakin menurun dengan bertambahnya nilai kadar filler dalam campuran aspal. Berdasarkan hasil pengujian, nilai variasi filler yang memenuhi spesifikasi metode Marshall adalah 1% dan 2%, karena hanya kedua variasi kadar filler ini yang memenuhi semua nilai-nilai parameter Marshall.

#### **2.2.13 Anas Tahir (2009)**

Penelitian yang dilakukan oleh Anas Tahir (2009) yang berjudul “karakteristik campuran aspal beton (AC – WC) dengan menggunakan variasi kadar filler abu terbang batu bara” yang diterbitkan oleh Jurnal SMARTek Vol 7, No. 4 Tahun 2009. ISSN 1693 – 1060 . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall pada campuran beton aspal dengan menggunakan filler abu terbang batu bara. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan filler abu terbang batu bara pada konstruksi beton aspal dengan variasi kadar filler 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% terhadap total campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan filler abu terbang batu bara akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Semakin banyak filler abu terbang batu bara yang digunakan, menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat. Pada kadar filler abu terbang batu bara 4% nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 1518.124 Kg, pada saat kadar filler abu terbang batu bara



ditambahkan sampai pada kadar 8%, nilai stabilitas meningkat menjadi 1640.499 Kg. Nilai fleksibilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar filler abu terbang batu bara. Dengan peningkatan rata-rata sebesar 14,87% dari kadar filler abu terbang batu bara 4 % sampai 8 % menunjukkan bahwa campuran lebih bersifat kaku. Durabilitas campuran mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar filler abu terbang batu bara. Pada saat campuran menggunakan variasi kadar filler abu terbang batu bara sebesar 4 %, memiliki nilai durabilitas sebesar 91.433%, setelah divariasikan dengan kadar filler abu terbang batu bara sampai pada 8%, nilai durabilitas meningkat menjadi 95.703%, dengan rata-rata peningkatan sebesar 2.02%.

#### **2.2.14 Muhammad Zainul Arifin (2011)**

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Zainul Arifin (2011) yang berjudul “Penggunaan Lumpur Lapindo Sebagai *Filler* Pada Perkerasan Lentur Jalan Raya” yang di terbitkan oleh JURNAL REKAYASA SIPIL Vol 5, No. 3 Tahun 2011 ISSN 1978 – 5658 Universitas Brawijaya Malang. Hasil akhir penelitian diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) dan proporsi *filler* lumpur Lapindo/abu batu pecah didapatkan dengan metode diagram pita dan metode Linear Programming. Dari metode diagram pita diperoleh KAO sebesar 7,7% dan proporsi *filler* optimum 75/25 untuk Laston, sedangkan untuk HRS diperoleh KAO sebesar 8,3% dan proporsi *filler* optimum 25/75. Dari metode Linear Programming diperoleh nilai KAO untuk Laston sebesar 7,9% dan untuk HRS sebesar 8,3%, sedangkan proporsi *filler* optimum untuk Laston dan HRS tidak dapat diperoleh.

### **2.2.15 Hery Awan Susanto (2020)**

Penelitian yang dilakukan oleh Hery Awan Susanto (2020) yang berjudul “pengaruh penggunaan *filler* pasir besi dan semen dalam campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*” yang di terbitkan oleh Jurnal Fakultas Teknik Vol 21, No. 1 Tahun 2020 E-ISSN :2579 – 9096 P-ISSN: 1410 - 8607 Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Pengujian *Marshall* dilakukan untuk melihat kinerja campuran AC-WC dengan kombinasi *filler* 100% pasir besi, 50% pasir besi 50% semen, dan 100% semen dalam keadaan kering dan terendam air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir besi dapat digunakan sebagai *filler* dalam campuran AC-WC. Stabilitas tertinggi diperoleh dalam campuran AC-WC dengan *filler* semen dan stabilitas terendah dari *filler* 50% pasir besi+50% semen.

### **2.2.16 Hasmianti, La Ode M. Nurrakhmad Arsyad (2014)**

Penelitian yang dilakukan oleh Hasmianti, La Ode M. Nurrakhmad Arsyad (2014) yang berjudul “Mix Design *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* Dengan Menggunakan Fly Ash Batu Bara Sebagai Pengganti *Filler*” yang di terbitkan oleh STABILITA Vol 2, No. 1 Tahun 2014 ISSN = 2657 - 2273 Universitas Halu Oleo. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan *Filler* Fly Ash pada campuran AC-WC dengan variasi kadar Fly Ash 1%, 1,5%, dan 2% dengan 0% sebagai pembanding terhadap total campuran hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Fly Ash batu bara akan mempengaruhi campuran AC-WC Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Fly Ash batu bara akan mempengaruhi campuran AC-WC. Semakin

banyak Fly Ash batu bara yang digunakan, maka nilai stabilitas, Marshall Quotions, flow, VFA, dan VMA semakin tinggi. Untuk penambahan kadar Filler Fly Ash 1% nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 1443,69 kg, pada saat kadar Filler Fly Ash ditambahkan sampai kadar 2%, nilai stabilitas meningkat menjadi 1624,74 kg, Untuk Kadar Aspal Optimum (KAO) diperoleh 0% = 5,75%, 1% = 5,80%, 1,5% = 5,85% dan 2% = 5,90%.

### **2.2.17 Miftahul Fauziah, Berlian Kushari, Fauzan Ranski (2014)**

Penelitian yang dilakukan oleh Miftahul Fauziah, Berlian Kushari, Fauzan Ranski (2014) yang berjudul “pengaruh abu ampas tebu sebagai filler pengganti terhadap karakteristik marshall campuran superpave” yang diterbitkan oleh *The 17FSTPT Internasional Symposium Jember University, 22-24 August 2014*. Pengujian laboratorium dilakukan dalam 3 tahap, yaitu tahap pertama melakukan uji sifat fisik bahan, Tahap kedua mencari kadar aspal optimum pada masingmasing proporsi penggantian filler abu ampas tebu, yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% terhadap total filler yang dibutuhkan. Tahap ketiga melakukan uji Marshall standar dan Immersion pada kadar aspal optimum. Hasil studi menunjukkan bahwa secara umum abu ampas tebu layak digunakan sebagai filler pengganti untuk campuran Superpave.. Semakin besar persentase penggantian filler debu batu Clereng oleh abu ampas tebu ke dalam campuran Superpave menghasilkan nilai stabilitas, VITM, VMA yang semakin menurun, sedangkan nilai flow, VFWA, MQ dan dan Index of Retained Strength campuran yang semakin tinggi. Semakin besar proporsi abu ampas tebu semakin besar pula kadar aspal optimum yang dibutuhkan.

### **2.2.18 Sartika Nisumanti dan Muhmaad Yusuf (2019)**

Penelitian yang dilakukan oleh Sartika Nisumanti dan Muhmaad Yusuf (2019) yang berjudul “Pengaruh Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Filler Aspal Penetrasi 60/70” yang diterbitkan oleh Jurnal Tekno Global Vol 8, No. 2 Tahun 2019. Dari hasil pengujian Marshall diperoleh nilai stabilitas untuk aspal dengan kadar arang cangkang kelapa sawit 3,5% sebesar 1375,6, kadar 4% dengan nilai 1566,6, dan kadar 4,5% menurun menjadi 1138,9. Hasil Marshall test menunjukkan nilai stabilitas lebih besar dari aspal konvensional 1341,6 dan melebihi batas spesifikasi > 800 kg/mm. Sementara penggunaan aspal dengan filler arang cangkang kelapa sawit mendapatkan nilai VIM, flow, dan FVB tidak memenuhi batas spesifikasi sehingga tidak dapat digunakan untuk bahan pengganti filler pada campuran aspal beton. Hal ini dikarenakan jika nilai flow rendah maka campuran sangat berpotensi mengalami keretakan, begitu juga dengan nilai VIM, bila terlalu kecil maka akan menyebabkan terjadinya kerusakan rongga didalam campuran sehingga membuat aspal menjadi kedap air dan getas. Nilai FVB yang rendah akan mengakibatkan campuran bersifat porous.

### **2.2.19 Arie Al Amin (2020)**

Penelitian yang dilakukan oleh Arie Al Amin yang berjudul “Design Hot Mix AC-WC Dengan Gradasi Aspal Institute Dengan Bahan Campur *Gypsum* Sebagai Bahan Pengganti *Filler*”. Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian Marshall dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Didapat Kadar Aspal Optimum yaitu 6,2%. Dalam penelitian ini filler yang dipakai adalah Bubuk

Gypsum. Hasil uji kinerja karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6.2 % yaitu Stabilitas Marshall 989 kg, nilai rerata kelelahan (Flow) 3,73 mm, VMA (Void In Mineral Agregate) 16,64%, VIM (Void In MIx) 3,54%, VFB 78,80%, Kepadatan 2,249 t/m<sup>3</sup>.

#### **2.2.20 Vebby Permatasari Subono (2017)**

Penelitian yang dilakukan oleh Vebby Permatasari Subono (2017) yang berjudul “karakteristik campuran Asphalt Concrete (AC) dengan bahan pengisi (*filler*) abu vulkanik gunung merapi”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dilakukan dilaboratorium dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% serta kadar abu vulkanik 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% pada setiap variasi kadar aspal. pengujian menggunakan alat uji marshall test. Hasil dari pengujian ini adalah perhitungan anova bahwa penggantian abu vulkanik pada kadar aspal optimum 5,5% tidak menyebabkan perubahan nilai stabilitas, densitas, VIM, dan Marshall Quotient secara nyata. Berbeda dengan hasil anova terhadap nilai flow, dimana menyebabkan perubahan nilai flow secara nyata. hasil dari karakteristik marshall pada kondisi KAO, penggantian filler abu vulkanik sebesar 100% dan 75% dengan kadar aspal optimum 5,45% dan 5,5% merupakan campuran AC yang nilai stabilitas dan densitasnya memenuhi spesifikasi Revisi SNI No. 1737-1989-F namun nilai VIM, flow, serta MQ nya tidak memenuhi.