

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Umum**

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang berfungsi sebagai lalu lintas kendaraan baik di bawah atau di atas permukaan tanah, meliputi bagian jalan itu sendiri maupun bangunan pelengkap yang mendukung fungsi jalan tersebut (UU No.22 Tahun 2009). Menurut Sukirman (1992) jalan merupakan jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang sengaja dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran, dan konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang-barang dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya dengan cepat dan mudah. Selain itu, pengertian jalan menurut UU RI No. 38 Tahun 2004 adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Berdasarkan laporan Sulaksono (2001) konstruksi jalan terdiri atas tiga bagian yaitu:

1. Tanah dasar, merupakan tanah galian atau timbunan yang dimampatkan sedemikian rupa sehingga cukup padat, stabil, dan kedap air. Tanah dasar ini berfungsi menahan beban berupa tegangan tanah yang menyebar ke dalam tanah.
2. Lapis fondasi, merupakan lapis untuk menahan distribusi beban pada suatu konstruksi jalan sehingga mampu menahan beban lalu lintas yang lewat tanpa mengalami gangguan akibat kelebihan beban. Adanya kelebihan beban akan menyebabkan kegagalan atau kerusakan pada struktur jalan.
3. Konstruksi komposit, adalah suatu jenis perkerasan yang mengkombinasikan perkerasan lentur sebagai lapis aus dan perkerasan kaku sebagai lapis pondasi atau sebaliknya.

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) menurut Sukiman (1992) tersusun atas: lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), dan lapisan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan permukaan (*surface course*) berfungsi untuk menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya sehingga beban yang diterima dapat berkurang. Lapis permukaan juga sebagai lapis aus yang berfungsi menahan gesekan roda kendaraan yang bersifat kedap air. Lapisan ini mampu menahan air yang jatuh ke permukaan agar tidak meresap ke dalam struktural jalan dan melemahkan lapisan di bawahnya. Jenis-jenis lapis permukaan yang umum digunakan di Indonesia antara lain lapis nonstruktural (Burtu, Burda, Latasir, Buras, Latasbum, Lataston) dan lapis struktural (Lapen, Lasbutag, dan Laston).

## **2.2 Lapis Aspal Beton (Laston)**

Laston atau lapis aspal beton menurut Sukirman (2007) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal secara homogen, dengan atau tanpa bahan tambahan. Menurut Departement Pekerjaan Umum (1987), laston merupakan campuran agregat bergradasi menerus dengan aspal panas yang dihamparkan pada suatu suhu tertentu. Laston dibagi lagi menjadi 3 lapisan yaitu AC-Base (*Asphalt Concrete – Base*), AC-BC (*Asphalt Concrete - Binder Course*), dan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*). Menurut Dokumen Departement Pekerjaan Umum (1987) AC-Base merupakan lapisan fondasi atas yang tersusun atas campuran agregat dan aspal panas yang dipadatkan pada suatu suhu tertentu. AC-Base berfungsi untuk memberikan dukungan bagi lapis permukaan serta mengurangi dan menyebarkan beban konstruksi jalan dibawahnya (*sub grade*). AC-BC merupakan lapis antara untuk memperkuat lapis permukaan aspal dengan lapis pondasi atas (*AC-Base*) sehingga tegangan atau regangan pada lapis permukaan menjadi sedikit berkurang karena stabilitas yang dimiliki oleh AC-BC. AC-WC merupakan lapis aus yang bersifat non-struktural serta bersinggungan langsung dengan roda kendaraan. Lapisan AC-WC merupakan lapisan dengan tekstur yang paling halus.

### **2.2.1 Bahan Penyusun Lapis Aspal Beton**

Berdasarkan Speksifikasi umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2018) campuran aspal panas terdiri dari aspal, agregat, bahan adiktif, dan bahan pengisi (*filler*).

### **2.2.2 Karakteristik Campuran Aspal**

Menurut Sukirman (2007), laston memiliki tujuh karakteristik yang harus dimiliki oleh suatu campuran yaitu stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, ketahanan terhadap lelehan, tahanan geser, kedap air, dan mudah dilaksanakan (*workability*).

#### **1. Stabilitas**

Stabilitas merupakan kemampuan suatu lapisan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas tanpa mengalami suatu perubahan bentuk. Stabilitas dirancang sebanding dengan fungsi jalan tersebut. Stabilitas dibentuk oleh gradasi agregat yang baik karena gesekan internal antar rongga butiran agregat saling mengunci sehingga membuat stabilitas lapisan suatu jalan menjadi tinggi. Selain itu daya ikat aspal yang mampu mengikat antar butiran agregat membentuk struktural jalan solid dan tidak berubah.

#### **2. Keawetan atau durabilitas**

Durabilitas merupakan kemampuan aspal beton dalam menerima repetisi beban lalu lintas, gaya gesek antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, serta keausan akibat pengaruh cuaca atau temperatur. Durabilitas ditentukan oleh tebal selimut aspal, banyaknya rongga dalam campuran aspal, kepadatan campuran, dan kedap air. Semakin banyak rongga tersisa setelah pemadatan campuran, aspal beton semakin tidak kedap air yang menyebabkan selimut aspal mudah beroksidasi dengan udara dan menjadi getas. Selimut aspal yang semakin tinggi menyebabkan aspal mudah naik ke permukaan sehingga membuat jalanan menjadi licin.

#### **3. Kelenturan atau fleksibilitas**

Fleksibilitas merupakan kemampuan campuran aspal beton dalam menerima perubahan bentuk tanah akibat penurunan atau pergeseran tanah tanpa menimbulkan keretakan pada jalan. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan gradasi agregat terbuka dan kadar aspal yang tinggi.

4. **Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)**

*Fatigue resistance* merupakan kemampuan campuran beton aspal dalam menerima lendutan berulang akibat repetisi beban lalu lintas tanpa terjadi retak.

5. **Kekesatan atau tahanan geser (*skid resistance*)**

*Skid resistance* merupakan kemampuan permukaan beton aspal dalam memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun mengalami slip pada kondisi jalan yang basah. Sama seperti stabilitas, untuk menjadikan campuran beton aspal memiliki kekesatan yang baik harus memiliki gradasi agregat yang baik agar beton aspal tidak mengalami perubahan bentuk struktural.

6. **Mudah dilaksanakan (*workability*)**

*Workability* merupakan sifat campuran beton aspal yang mudah dihamparkan dan dipadatkan agar memudahkan dalam pelaksanaan serta efisiensi waktu pekerjaan. *Workability* dipengaruhi oleh viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, gradasi agregat, serta kondisi dari agregat itu sendiri.

7. ***Void in mix (VIM)***

VIM adalah volume pori yang tersisa ketika campuran aspal panas telah selesai dipadatkan, hal ini berfungsi sebagai tempat bergesernya butiran-butiran agregat ketika terjadi pemadatan tambahan akibat repetisi beban kendaraan lalu lintas serta tempat Bergeraknya aspal ketika terjadi peningkatan temperatur yang membuat aspal menjadi lunak.

8. ***Void in the mineral aggregate (VMA)***

VMA adalah ruang rongga antara partikel agregat pada suatu campuran beton aspal padat termasuk rongga udara. Semakin tinggi kadar VMA maka kadar aspal yang digunakan juga semakin tinggi.

9. ***Void Filled with Asphalt (VFA)***

VFA merupakan volume rongga antar agregat dari campuran beton aspal padat yang terisi oleh aspal biasa disebut selimut aspal.

#### 10. Kelelehan Plastis (*Flow*)

*Flow* merupakan suatu nilai yang menunjukkan penurunan vertikal pada suatu benda uji akibat menahan beban yang diterima dan dinyatakan dalam mm atau 0,01. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, dan temperatur pada saat pemadatan.

#### 11. *Marshall quotient* (MQ)

MQ merupakan nilai yang menyatakan sifat kekakuan suatu campuran beton aspal. Nilai MQ yang terlalu tinggi membuat suatu campuran beton aspal cenderung kaku dan mudah getas bila diberikan beban, sebaliknya apabila nilai MQ yang terlalu rendah menyebabkan campuran beton aspal cenderung tidak stabil.

### 2.2.3 Sifat-Sifat Lapis Aspal Beton

Aspal merupakan material yang berwarna hitam atau cokelat, berbentuk padat pada temperatur rendah dan berbentuk cair pada temperatur tinggi (Sukirman, 1992). Menurut Mashuri (2010) aspal merupakan bahan yang larut dalam Karbon Disulfida yang mempunyai sifat tidak tembus air dan mempunyai sifat adesi atau daya lekat. Aspal umum digunakan dalam campuran perkerasan jalan sebagai bahan pengikatnya. Menurut Pomantow dkk (2019) aspal merupakan material perekat berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dengan unsur utama bitumen. Aspal merupakan material pengikat yang memiliki proporsi 10 – 15% berdasarkan volume atau 4 – 10% berdasarkan berat (Pomantow dkk, 2019). Berdasarkan cara memperoleh aspal Sukiman (1992) membedakannya menjadi:

1. Aspal alam, merupakan aspal yang memiliki campuran antara bitumen dan bahan mineral lainnya yang berbentuk batuan asli di alam. Contohnya aspal buton.
2. Aspal buatan, merupakan aspal hasil penyulingan minyak bumi. Dibedakan menjadi:
  - a. Aspal keras (*Asphalt Cement*), merupakan aspal berbentuk padat pada suhu 25°-30°C, dengan nilai penetrasinya: AC pen 40/50, AC pen 60/70, AC pen 85/100, AC pen 120/150, dan AC pen 200/300.

b. Aspal cair, merupakan aspal campuran antara aspal semen dengan bahan pencair berasal dari hasil penyulingan minyak bumi, berbentuk cair pada temperatur ruang (25°- 30°C).

c. Aspal emulsi, merupakan campuran aspal dan air atau bahan pengemulsi lainnya.

Aspal yang baik harus memiliki sifat yang baik dan memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Memiliki daya tahan (*durability*), mampu mempertahankan sifat aspal dari pengaruh cuaca sesuai dengan umur dalam perencanaan perkerasan jalan.
2. Memiliki daya ikat (*adhési* dan *kohesi*), mampu mengikat agregat dengan baik sehingga aspal dan agregat memiliki ikatan kuat dan tidak mengalami perubahan bentuk selama umur perkerasan jalan.
3. Memiliki kepekaan terhadap temperatur agar perubahan bentuk aspal akibat temperatur dalam menyesuaikan sehingga tidak merubah atau merusak konstruksi jalan.
4. Memiliki tingkat kekerasan yang cukup untuk menghindari terjadinya kegetasan akibat proses oksidasi dan polimerisasi selama masa pelayanan yang dipengaruhi oleh tebal lapisan aspal tersebut.

Menurut Sukiman (2007), aspal yang memiliki sifat adhesi dan kohesi memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pengikat yang memberikan ikatan antara aspal dan agregat.
2. Sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat penyusun campuran aspal panas dan pori-pori agregat itu sendiri.
3. Sebagai bahan pengikat antara lapisan perkerasan yang lama dengan lapisan perkerasan baru.

Jenis aspal menurut AASHTO (1998) ditandai dengan angka penetrasi aspal yang menyatakan tingkat konsistensi aspal. Penelitian ini digunakan laston dengan pen 60/70 karena negara Indonesia beriklim tropis, memiliki temperatur tinggi dan volume lalu lintas padat.

#### 2.2.4 Agregat

Menurut ASTM (2017) agregat adalah batuan yang tersusun dari mineral-mineral padat berukuran besar dan fragmen-fragmen yang fungsi sebagai komponen utama. Agregat memiliki proporsi 90-95% dari presentase berat atau 75-85% dari presentase volume (Sukirman, 1992). Menurut Departement Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga (2018) agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan.

Agregat memiliki beberapa jenis dan bergantung pada proses terjadinya batuan tersebut. Menurut Sukiman (2007) berdasarkan proses terbentuknya agregat dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. Berasal dari kejadian alam, meliputi :
  - a. Batuan beku, merupakan batuan berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Contoh : granit, gabbro, diorite, dll.
  - b. Batuan sedimen, merupakan batuan yang terbentuk atas campuran partikel mineral atau sisa hewan dan tanaman. Berdasarkan cara pembentukan batumannya, dibagi atas :
    - 1) Batu sedimen mekanik, contoh : breksi, konglomerat, batu pasir, batu lempung
    - 2) Batu sedimen organik, contoh : batu gambing, batu bara, opal.
    - 3) Batu sedimen kimiawi, contoh : batu garam, gips, flint.
  - c. Batuan metamorf, merupakan jenis batuan yang mengalami perubahan bentuk akibat perubahan tekanan dan temperatur kulit bumi.
2. Berasal dari proses pengolahannya, dibedakan atas :
  - a. Agregat alam, merupakan agregat yang digunakan sesuai bentuk aslinya tanpa pengolahan. Berdasarkan tempat pengambilannya agregat alam, dibedakan menjadi pitrum (dari alam terbuka) dan bakrum (endapan sungai)
  - b. Agregat olahan, merupakan agregat yang diperoleh dari hasil penambangan yang kemudian diolah menjadi fragmen-fragmen tertentu agar dapat digunakan sebagai konstruksi perkerasan jalan.

- c. Agregat buatan, merupakan filler/bahan pengisi yang diperoleh dari limbah hasil pabrik semen atau mesin pemecah batu.
3. Berdasarkan ukuran, fragment agregat, dibedakan atas :
- a. Agregat kasar, ukuran butirnya  $>4,75$  mm atau  $>2$  mm.
  - b. Agregat halus, ukuran butirnya  $<4,75$  mm atau  $<2$  mm dan  $>0,075$  mm.
  - c. Abu batu/*filler*, merupakan agregat halus yang ukuran butirnya lolos saringan No.200.

Setiap agregat memiliki sifat dan karakteristik masing-masing sesuai lokasi dan asal usul dari agregat tersebut. Menurut Sukirman (1992) sifat agregat ditentukan oleh 3 hal yaitu:

1. Kekuatan dan keawetan agregat dipengaruhi oleh : gradasi, ukuran butiran agregat, kadar lempung agregat, kekerasan dan ketahanan, bentuk butiran agregat, dan tekstur permukaan agregat.
2. Kemampuan agregat ketika dicampur dengan aspal, dipengaruhi oleh : porositas, jenis agregat, dan kemungkinan basah.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan, dipengaruhi oleh : tahanan geser (*skid resistance*) dan campuran aspal (*bituminous mix workability*).

Berdasarkan sifat-sifat tersebut, agregat yang kuat merupakan agregat yang memiliki gradasi ukuran butir yang baik. Gradasi agregat menurut Sukirman (2007) adalah susunan butir sesuai ukuran butirannya. Gradasi agregat diperoleh melalui pengujian analisis ayakan yang umumnya terdiri dari ayakan berukuran 4 inci,  $3\frac{1}{2}$  inci, 3 inci,  $2\frac{1}{2}$  inci, 1 inci,  $\frac{3}{4}$  inci,  $\frac{1}{2}$  inci,  $\frac{3}{8}$  inci, No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 15, No. 100, dan No. 200. Gradasi agregat ditentukan berdasarkan persentase lolos atau tertahan yang dinyatakan dalam berat. Menurut Sukirman (2007) agregat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. Bergradasi baik :
  - a. Gradasi kasar merupakan agregat yang mempunyai susunan ukuran menerus dan didominasi agregat berukuran kasar.
  - b. Gradasi halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran menerus dan didominasi agregat berukuran halus.



2. Bergradasi buruk :
  - a. Gradasi seragam merupakan agregat yang tersusun oleh ukuran yang hampir sama.
  - b. Gradasi terbuka merupakan agregat yang distribusinya tidak merata sehingga tidak dapat menutup rongga-rongga dengan baik.
  - c. Gradasi senjang agregat yang distribusi ukurannya tidak menerus atau ada salah satu jenis ukuran agregatnya tidak ada.

### **2.2.5 Penggunaan Lapis Aspal Beton**

Menurut Soedarsono (1985), penggunaan aspal telah dimulai sejak ribuan tahun sebelum masehi oleh bangsa Sumeria dan Mesopotamia. Mereka menggunakan aspal (sering disebut bitumen) sebagai lapis pengendap untuk bak mandi maupun kolam air di istana dankuil. Tentu saja aspal yang digunakan adalah aspal yang didapat secara alami. Aspal terdapat di alam dalam bentuk *lake asphalt* (seperti dodol) dan *rock asphalt* (biasanya keras, campuran dari aspal, tanah, kapur, dan lempung). Aspal tercatat pertama kali digunakan sebagai bahan konstruksi jalan, terjadi di Babilonia sekitar tahun 625 SM pada masa kekeasaan raja Nabopolassar yang tercatat dalam prasasti peninggalannya. Istilah aspal berasal dari kata Yunani kunoasphaltos, kemudian bangsa Romawi mengubahnya menjadi asphaltus, lalu diadaptasi ke dalam Bahasa Inggris menjadi asphalt, dan kita menerjemakan ke dalam bahasa Indonesia menjadi aspal. Sejarah penggunaan untuk pembuatan jalan di abad modern dapat di telusur kembali pada masa abad ke 18. Seorang Insinyur Inggris yang bersama Jhon Metcalf (lahir 1777) harus membangun jaringan jalan di Yorshiredengan total panjang hamper 300 km. Jalan dibuat dengan batuan berukuran besar diletakkan di bawah sebagai fondasi yang kuat, kemudian diatasnya diberi batu galian, lalu kerikil sebagai lapis penutup. Thomas Telford membangun jaringan jalan di Skotlandia pada tahun 1803 – 1821 sepanjang hamper 1.500 km. Telford menyempurnakan metode pembuatan jalan Metcalf, dengan mengganti batu galian dengan batu pecah juga sudah dihitung berdasarkan karakter lalu lintas yang akan melintas.

### 2.3 Metode Marshall

Pengujian marshall aspal adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kekuatan aspal. Pengujian marshall memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik dari campuran aspal. Metode marshall ditemukan oleh Bruce Masrsall dan telah terstandarisasi oleh ASTM dan AASHTO melalui beberapa modifikasi, termasuk ASTM D 1559 – 76 dan AASHTO T – 245 – 90. Metode ini berguna untuk menguji stabilitas dan kelelahan (*flow*) dari campuran aspal, serta menganalisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

Alat dalam metode pengujian marshall adalah alat tekan yang lengkap dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter. Prosedur pengujian marshall mengikuti SNI 06 – 2489 – 1991, AASHTO T 245 – 90, atau ASTM D 1559 – 76. Prosedur pengujian meliputi persiapan bahan, pemadatan, pengujian stabilitas, dan pengukuran kelelahan. Setelah pengujian marshall selesai, data yang diperoleh kemudian berguna untuk membuat grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar aspal dan beberapa parameter kunci dari campuran aspal, yaitu presentase rongga terisi aspal (VFA), presentase rongga terisi aspal (VIM), kelelahan (*flow*), stabilitas, dan perbandingan antara stabilitas dan kelelahan (MQ).

### 2.4 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan kulit padi yang terlepas setelah proses penggilingan. Meskipun hanya bulir padinya yang diambil, sekam bisa dimanfaatkan untuk keperluan tertentu. Bentuk sekam adalah mahkota yang menyelimuti biji pada bagian *dorsal* sedangkan lainnya membungkus *ventral*. Keduanya bertemu dan menghimpit dengan kaitan tidak rapat. Jika bagian itu digiling atau disentuh dengan tekanan tertentu, maka bagian itu akan mudah terlepas. Hal ini juga yang mendasari kenapa proses penggilingan gabah padi dapat dilakukan dengan mudah.

Berdasarkan penjelasan diatas, bisa disimpulkan bahwa sekam adalah bagian luar dari bulir padi. Bentuknya yang kering dan bersisik berfungsi untuk melindungi *endospermium* serta *embrio* beras. Sekam padi memiliki beberapa jenis yaitu :

1. Varietas Padi Hibrida, merupakan jenis padi yang hanya ditanam satu kali. Meski begitu, varietas ini memiliki kelebihan dimana hasil panennya dua kali lipat daripada jenis padi local. Terlebih lagi beras yang dihasilkan lebih bagus.
2. Varietas Padi Unggul, merupakan varietas yang dapat ditanam berkali-kali dengan hasil panen mencapai 8-10 ton per hektar. Berada satu tingkat di bawah, harga benih varietas padi unggul lebih murah ketimbang varietas hibrida.
3. Varietas Padi Lokal, jenis sekam terakhir yaitu padi local. Dinamakan demikian karena hanya cocok ditanam di daerah tertentu. Tidak jarang, petani harus memberikan perawatan khusus untuk menanam dan memproduksi padi tersebut.

Sekam padi juga memiliki beberapa manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Pakan Ternak, di beberapa daerah dengan peternakan ayam broiler cukup berkembang, sekam adalah pakan ternak yang sangat berfaedah. Selain mudah didapatkan, harga dari bahan ini relative lebih murah.
2. Sekam Padi Sebagai Media Tanam, hasil pembakaran sekam padi dapat meningkatkan kandungan karbon dan unsur hara. Oleh karena itu, sekam padi sangat dianjurkan dipakai sebagai bahan campuran media tanam.
3. Sekam Padi Untuk Bahan Bakar, sekam padi merupakan bagian yang sering dipakai untuk membakar kerajinan dari tanah liat. Di Indonesia, banyak sekali perajin memakai sekam guna mematangkan batu bata merah.
4. Sekam Padi Untuk Energi Alternatif, sekam padi berguna sebagai energy dan bahan campuran alternative. Dikutip dari buku (*Pirolis*), hasil pirolis sekam padi dapat menghasilkan gas cair dan padat.

Pemanfaatan abu sekam padi sebagai filler pada campuran aspal beton pernah dilakukan pengujian oleh Faiz Syam Ridwan di Laboratorium Rekayasa Bahan Politeknik Negeri Bangka Belitung dengan menggunakan material dan abu sekam padi yang berasal dari Bangka Belitung.

Berdasarkan pengujian campuran aspal beton, penelitian ini memperoleh hasil analisa data bahwa semakin tinggi kadar abu sekam maka nilai stabilitas meningkat sampai kadar 7% dan mengalami penurunan pada kadar 7,5%, selain stabilitas nilai flow, VIM dan VMA juga meningkat seiring dengan bertambahnya abu sekam padi. Namun

untuk nilai pada VFWA semakin menurun apabila bertambahnya kenaikan kadar abu sekam padi. Akan tetapi, dengan kenaikan maupun penurunan pada stabilitas, *flow*, VIM, VMA dan VFWA nilai-nilai yang diperoleh masih memenuhi syarat sesuai ketentuan Bina Marga tahun 2010 divisi 6 revisi 3.

### **2.4.3 Bahan Pengisi (*filler*)**

Bahan pengisi (*filler*) merupakan bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) (ASTM, 2010). Berdasarkan laporan Pomantow dkk (2019) *filler* memiliki fungsi untuk mengisi rongga-rongga (*void*) antar agregat halus dan kasar. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1996) *filler* adalah pengisi pori atau celah untuk mengeraskan selaput aspal yang menyelimuti partikel-partikel agregat sehingga dapat diperoleh campuran stabil. Bahan pengisi (*filler*) juga merupakan material dengan ukuran butiran yang sangat kecil yang digunakan untuk mengisi rongga-rongga udara pada campuran yang mungkin dapat terbentuk karena proses pemadatan campuran atau gradasi ukuran agregat yang kurang baik. Penggunaan bahan pengisi harus dibatasi, jika terlalu banyak menyebabkan getas dan mudah retak akibat beban lalu lintas. Sebaliknya jika terlalu rendah akan menghasilkan campuran yang lunak dan tidak tahan oleh perubahan cuaca. Hardiyanto (2007) menjelaskan bahwa bahan pengisi (*filler*) merupakan material berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm), dapat terdiri dari debu batu, kapur padam, semen *portland* atau bahan non-plastis lainnya yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pengisi antara partikel agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek, serta penguncian antar butiran yang lebih tinggi.
2. Jika ditambahkan ke dalam aspal, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk mastic yang bersama-sama dengan aspal mengikat partikel agregat. Dengan penambahan pengisi aspal, menjadi lebih kental, dan campuran aspal akan bertambah kekuatannya.

*Filler* dalam campuran beraspal panas walaupun mempunyai kadar sekitar 1% sampai dengan 2% namun sangat mempengaruhi sifat-sifat aspal sebagai bahan pengikatnya. Partikel yang halus tersebut akan bereaksi terhadap sifat-sifat aspal. Diketahui bahwa *filler* yang banyak dipakai semen (*cement portland*). Adapun ketentuan *filler* pada campuran aspal, menurut Bina Marga (2018) adalah sebagai berikut:

1. Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur (*limestone dust*), kapur padam (*hydrated lime*), semen atau abu terbang yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan Umum.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-1968-1990 harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 (0,075) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.
3. Campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2% dari berat total agregat.

