

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### **2.1 Stone Matrix Asphalt (SMA)**

Campuran *Split Matrix Asphalt (SMA)* pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Zichner yang merupakan manajer laboratorium untuk pelaksanaan jalan di Strabag Bau AG, Jerman pada tahun 1968 dan memperoleh hak pada tahun 1969. *Stone Matrix Asphalt (SMA)* diciptakan untuk memecahkan masalah kerusakan pada lapisan aus (*waering course*) akibat dari roda bertatah, namun mempunyai durabilitas yang baik sehingga umur layanan panjang, maka dibuat campuran dengan proporsi agregat kasar yang banyak sehingga membentuk rangka (*skeleton*) agregat yang kuat (Suaryana, N., 2012).

Campuran SMA mempunyai susunan agregat bergradasi terbuka, yang berarti agregat berukuran lebih besar dari 2 mm berjumlah lebih dari 75% terhadap jumlah total berat agregat yang digunakan pada campuran. SMA ini digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas berat, persimpangan, jalan dengan kondisi kemiringan berjenjeang (tanjakan, turunan dan tikungan tajam), terutama pada kondisi permukaan jalan mengalami tekanan roda kendaraan secara berlebihan (Abdillah, A.F., dkk, 2018).

Gradasi terbuka pada campuran SMA memberikan beberapa sifat antara lain:

- 1) Tahan terhadap temperatur tinggi dan lalu lintas berat.
- 2) Tahan terhadap proses pengausan oleh roda kendaraan.
- 3) Memiliki struktur permukaan yang kasar dan homogen.

- 4) Digunakan aspal dengan kadar yang cukup tinggi karena banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran.
- 5) Menghasilkan kelekatan lebih baik antara SMA sebagai *wearing course* dengan lapisan yang ada dibawahnya.
- 6) Lebih fleksibel dalam mengatasi perubahan bentuk akibat kurang padatnya lapisan yang berada dibawahnya.

Menurut Khairudin dalam Sukirman (2007), terdapat 3 jenis *Stone Matrix Asphalt* (SMA), antara lain:

- 1) SMA 0/5 dengan tebal perkerasan (1,5-3,0) cm; untuk pemeliharaan dan perbaikan setempat, seperti perbaikan deformasi pada jalur roda ban (*rutting*).
- 2) SMA 0/8 dengan tebal perkerasan (2,0-4,0) cm; untuk pelapisan *overlay* pada jalan lama.
- 3) SMA 0/11 dengan tebal perkerasan (3,0-5,0) cm; untuk lapis aus (*wearing course*) pada jalan baru.

## **2.2 Agregat**

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1727-1989-F). Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen (Sukirman, 2003). Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90% - (5% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume. Kualitas perkerasan jalan juga

ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Berikut yang mempengaruhi kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan:

- 1) Gradasi, bentuk dan tekstur permukaan.
- 2) Kebersihan, berat jenis agregat
- 3) Daya lekat agregat terhadap aspal.
- 4) Kekerasan dan ketahanan agregat
- 5) Porositas dan kemampuan untuk menyerap air

Sementara batasan ukuran agregat maksimum sesuai dengan tebal lapisan yang direncanakan. Semakin besar ukuran maksimum agregat, variasi ukuran agregat yang akan dipakai semakin banyak.

### **2.3 Bahan Pengisi (Filler)**

*Filler* didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no 200 (0,0074 mm) dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%) (Raharjo, Nuryadin Eko, 2008). *Filler* memegang peranan penting dalam campuran *Split Matrix Asphalt* (SMA) karena mempunyai beberapa fungsi antara lain:

- 1) Sebagai butir pengisi rongga udara dan menambah bidang kontak antar butir agregat.
- 2) bersama aspal akan membentuk bahan pengikat berkonsistensi tinggi sehingga mampu mengikat agregat.

- 3) Meningkatkan kerapatan campuran, menaikkan viskositas aspal sehingga menaikkan stabilitas campuran.
- 4) Mereduksi sidat kepekaan campuran terhadap perubahan suhu.

Namun dalam penggunaan *filler* harus sesuai dengan kebutuhan, karena dalam campuran aspal *filler* akan mempengaruhi karakteristik campuran. Menurut Totomiharjo (1995) efek tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- 1) Efek penggunaan berbagai bahan pengisi dengan luasan permukaan yang semakin besar akan menaikkan viskositas campuran dan adanya affinitas yang menyebabkan jumlah aspal yang diserap oleh berbagai *filler* cukup bervariasi, pada saat viskositas naik jumlah aspal yang diserap semakin besar.
- 2) Jenis dan kadar bahan pengisi yang tinggi akan menurunkan daktilitas serta menaikkan viskositas atau menurunkan penetrasi aspal pada suhu tertentu.
- 3) Efek penggunaan bahan pengisi dalam proses pencampuran akan mempengaruhi dalam proses pecampuran, penghampanan, pemadatan serta mempengaruhi sensitifitas terhadap air.

#### **2.4 Karakteristik Campuran Aspal**

Menurut Silvia Sukirman (2003) bahwa campuran dari aspal dan agregat harus dapat memenuhi karakteristik tertentu agar dapat bertahan dari beban lalu lintas dan iklim sehingga dapat menghasilkan suatu perkerasan yang kuat, aman dan nyaman. Berikut ialah karakteristik yang harus dimiliki pada campuran aspal:

#### 2.4.1 Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti geombang alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dilalui kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas rendah dan dilalui kendaraan ringan tentu tidak mempunyai nilai stabilitas yang tinggi (Sukirman, 2003).

#### 2.4.2 Kelenturan / fleksibilitas

Kelenturan atau fleksibilitas merupakan kemampuan permukaan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa terjadi keretakan pada beton aspal. Perurunan terjadi akibat beban lalu lintas ataupun beban sendiri dari tanah timbunan diatas tanah asli. Sukirman (2003) menyatakan bahwa beton aspal dapat menyesuaikan diri akibat penurunan dan pergerakan tanahh dasar tanpa terjadi retak dengan cara berikut ini:

- 1) Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh nilai VMA yang besar.
- 2) Penggunaan aspal lunak dengan penetrasi tinggi.
- 3) Penggunaan aspal yang cukup banyak agar diperoleh VIM yang rendah.

#### 2.4.3 Keawetan (*durability*)

Keawetan adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, serta menahan keausan yang diakibatkan oleh cuaca, seperti udara, air ataupun

perubahan temperatur (Tahir, A., dan Setiawan, A., 2009). Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keawetan beton yakni:

- 1) Selimut aspal yang tebal menghasilkan tingkat durabilitas yang tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* semakin tinggi.
- 2) VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak dapat masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.
- 3) VMA besar, sehingga selimut aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadi *bleeding* besar.

#### 2.4.4 Kekesatan (*skid resistance*)

Kekesatan (*skid resistance*) adalah kemampuan permukaan beton aspal memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau slip baik dalam keadaan basah (hujan) maupun kering. Kekesatan dinyatakan dalam koefisien gesek antar permukaan beton aspal dengan ban kendaraan (Sukirman, 2003). Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kekesatan beton aspal yakni:

- 1) Kekasaran permukaan dari butir-butir. Dalam hal ini agregat tidak hanya memiliki permukaan yang kasar, serta memiliki daya tahan.
- 2) Luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir.
- 3) Gradasi agregat.
- 4) Kepadatan campuran.
- 5) Tebal lapisan aspal.
- 6) Ukuran maksimum butir.

#### 2.4.5 Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kerusakan pada beton aspal berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi. Menurut Sukirman (2003) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ketahanan beton aspal terhadap kelelahan, yakni:

- 1) *Voin In Mix* (VIM), yakni volume (%) rongga dalam campuran beton aspal.
- 2) *Void In Mineral Agregat* (VMA), yakni volume (%) rongga dalam agregat.
- 3) *Void Filled With Asphalt* (VFWA), yakni volume (%) rongga terisi aspal.

#### 2.4.6 Kedap air (*impermeability*)

Kedap air merupakan kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspa dan menglupusnya lapisan selimut abeton aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kekedapan air campuran. Tingkat kekedapan beton aspal berbanding terbalik dengan keawetannya (Sukirman, 2003).

#### 2.4.7 Kemudahan pelaksanaan (*workability*)

Mudah dilaksanakan (*workability*) adalah kemampuan campuran beton aspa untuk dihamparkan dan diperoleh waktu kerja yang telah direncanakan (Sukirman, 2003). Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan, yakni:

- 1) Viskositas aspal, tingkat viskositas yang terlalu tinggi akan mempersulit pengerjaan.
- 2) Kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastic*.
- 3) Gradasi agregat dan kondisi agregat, agregat bergradasi rapat akan lebih mudah dilaksanakan.

### **2.5 Bahan Tambah (Aditif)**

Aditif adalah bahan tambah yang diberikan pada campuran panas agregat aspal yang berfungsi sebagai bahan stabilisasi aspal. Ini akan mencegah penguraian pada pencampuran, pengangkutan, penghantaran dan pemadatan. Kerusakan dan penurunan kekuatan suatu perkerasan lentur jalan pada dasarnya karena rendahnya kekuatan dan keawetan di dalam lapisan dan bahan pengikat konstruksi perkerasan jalan.

Dalam pekerjaan beton aspal memerlukan material dalam jumlah yang besar sehingga pemakaian material daerah setempat tidak dapat dihindarkan agar waktu dan biaya pekerjaan menjadi lebih efisien. Dalam hal ini diperlukan modifikasi untuk menjamin keawetan adhesi, antara lain:

- 1) Modifikasi sifat adhesi aspal dengan *tensio-active additive* (tegangan aktif bahan tambah).
- 2) Modifikasi sifat adhesi permukaan agregat dengan cara mekanis menggunakan larutan air semen atau larutan kapur.

*Stone Matrix Asphalt* (SMA) biasanya menggunakan bahan tambang berupa serat selulosa, yang berguna untuk mengurangi sifat merugikan aspal akibat kenaikan suhu,

memperbaiki campuran aspal dengan mencegah terjadinya retak dan mencegah terjadinya pemisahan campuran.

## **2.6 Penelitian Terdahulu**

Terdapat penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam melakukan penelitian ini:

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Tahir (2011) tentang Kinerja Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) Yang Menggunakan Serat Selulosa Alami Dedak Padi. Penelitian ini mengamati pengaruh penggunaan dedak padi sebagai bahan tambah terhadap karakteristik campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA), dengan melakukan 6 variasi dedak padi yaitu 0%, 5%, 6%, 7%, 8% dan 9% produk kadar aspal dengan 6 variasi yaitu 5, 5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%. Dari hasil penelitian didapatkan nilai stabilitas tertinggi dicapai pada kadar aspal 5,5% dan kadar rendah padi 7%. Nilai fleksibilitas cenderung Mengalami penurunan, kinerja campuran yang baik yaitu pada kadar aspal 6,5% - 7,5% dengan variasi kadar dedak padi 6% - 8%. Nilai durabilitas yang didapatkan untuk variasi kadar dedak padi 5% yaitu sebesar 94,88% lebih kecil dibandingkan tanpa tambahan dedak padi yaitu 95,17%, kemudian setelah kadar dedak padi ditambahkan terjadi peningkatan nilai durabilitas. Dari kelima variasi kadar dedak padi yang digunakan pada penelitian ini, kadar padi 7% menjadi kadar yang optimum sebagai bahan tambah pada campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) dengan kadar aspal sebesar 6%-7%.
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Setyawan, D.D., Rizki, R., Djakfar, L., dan Bowoputro, H., (2013) tentang Pengaruh Penambahan Zeolit Alam Teraktivasi

Terhadap Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal Hangat (Warm Mix Asphalt) dengan Agregat Piropilit. Dalam penelitian ini agregat yang digunakan adalah batu piropilit dan batu pecah dengan proporsi 50% : 50%. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh penambahan zat additive zeolit terhadap nilai karakteristik marshall maka dilakukan variasi kadar additive 0%, 2.5%, 5% dan 7.5% dari berat aspal dalam campuran. Penambahan additive dimaksudkan untuk mencapai workabilitas tinggi pada suhu lebih rendah. Untuk memaksimalkan kinerja zeolit alam sebagai additive perlu dilakukan proses aktivasi yang bertujuan untuk membersihkan kotoran yang terdapat di pori-pori batuan. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh yang diakibatkan oleh perubahan suhu pada karakteristik marshall, digunakan variasi suhu pemadatan 80°C, 100°C, 120°C dan 140°C. Kadar aspal yang digunakan adalah 5% , 6%, dan 7% dari berat total agregat.