

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stone Mastrix Asphalt (SMA)

Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) pertama kali dikenalkan oleh Dr. Zichner di Jerman pada tahun 1968 dan memperoleh hak paten di Jerman pada tahun 1969. Standar Nasional Indonesia tentang Spesifikasi *Stone Matrix Asphalt* (SMA) merupakan standar baru yang mengacu pada standar Amerika yaitu AASHTO M 325-08 *Standard Specification for Stone Matrix Asphalt* (SMA). Istilah campuran SMA di Amerika dikenal dengan singkatan dari *Stone Matrix Asphalt* persyaratan secara umum mengacu pada AASHTO 2008, sedangkan di Eropa adalah *Stone Mastic Asphalt* persyaratan secara umum mengacu pada EN 13108-5 *European Standard* 2005. Jenis campuran SMA pada kedua negara banyak diaplikasikan karena memiliki ketahanan terhadap deformasi (*rutting*) serta memiliki beberapa keuntungan bagi pengguna jalan, yaitu diantaranya mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistant*) yang cukup tinggi serta mengeliminasi kebisingan.

Stone Matrix Asphalt didefinisikan sebagai suatu campuran dengan gradasi timpang mempunyai kandungan agregat kasar yang cukup tinggi, dengan demikian meningkatkan kontak antar butiran batu dengan batu (*stone to stone contact*) di dalam campuran, sehingga dapat memberikan jaringan penyaluran beban roda dengan efisien. Campuran SMA lebih tahan terhadap deformasi karena kadar agregat kasarnya besar dan mempunyai kecenderungan lebih tahan lama, serta

kadar aspalnya tinggi dan distabilkan dengan serat selulosa, sehingga dapat melayani kendaraan berat dengan lebih baik (Aloysius dkk, 2010). Penggunaan serat selulosan yang tidak berbentuk pelet sering mengalami kegagalan karena sulitnya diperoleh campuran yang homogen, untuk itu serat selulosa direkomendasikan berupa serat selulosa berbentuk pelet. Menurut Sukirman (2007), terdapat 3 (tiga) jenis SMA, yaitu :

1. SMA 0/5 dengan tebal perkerasan 1,5 cm – 3,0 cm, digunakan untuk pemeliharaan dan perbaikan setempat seperti perbaikan rutting
2. SMA 0/8 dengan tebal perkerasan 2,0 cm – 4,0 cm, digunakan untuk pelapisan ulang (*overlay*)
3. SMA 0/11 dengan tebal perkerasan 3,0 cm – 5,0 cm, digunakan untuk lapis permukaan jalan baru

Beberapa sifat campuran SMA adalah bergradasi terbuka, dengan adanya kadar *chipping* yang tinggi (ukuran agregat > 2 mm) sekitar 75% memberikan beberapa sifat sebagai berikut :

1. Tahan terhadap temperature tinggi dan lalulintas 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 yang lebih baik antara lapisan SMA sebagai *wearing course* dengan lapisan yang ada dibawahnya.

6. Lebih fleksibel dalam mengatasi perubahan bentuk akibat kurang padatnya lapisan yang berada dibawahnya.
7. Mampu melayani lalu lintas berat.

2.2 Agregat

Agregat merupakan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar maupun fragmen – fragmen. Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari perkerasan jalan. Presentase berat agregat dalam suatu lapisan perkerasan jalan sebesar 90 % – 95%, sedangkan presentase volumenya sebesar 75 % - 85 %. Sehingga daya dukung, keawetan, serta mutu suatu lapisan perkerasan jalan ditentukan juga oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lainnya (Sukirman, 2003).

Sifat agregat turut menentukan kualitasnya sebagai bahan perkerasan jalan, kekuatan dan keawetan suatu lapisan perkerasan jalan dipengaruhi oleh gradasi atau distribusi partikel dalam menentukan stabilitas lapisan, kadar lempung mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal karena lempung membungkus partikel – partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dan aspal menjadi berkurang. Sementara batasan ukuran agregat maksimum sesuai dengan tebal lapisan yang direncanakan, semakin besar ukuran maksimum agregat maka variasi ukuran agregat yang dipakai akan semakin banyak.

2.3 Bahan Pengisi (Filler)

Totomiharjo (1995), menyatakan bahwa *filler* merupakan bahan berbutir halus yang lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) dan bahan *filler* dapat berupa debu batu, kapur, *portland cement*, atau bahan lainnya. Kegunaan *filler* yaitu sebagai

butir pengisi rongga diantara partikel agregat pada pembuatan campuran aspal, sehingga membuat rongga udara menjadi lebih kecil dan kerapatan massanya lebih besar.

Penggunaan *filler* dalam campuran aspal akan mempengaruhi karakteristik dari campuran aspal itu sendiri serta dapat menyebabkan beberapa dampak sebagai berikut:

1. Dampak terhadap karakteristik campuran aspal yaitu akan mempengaruhi campuran dalam penggelaran dan pepadatan. Jenis *filler* yang digunakan juga akan mempengaruhi terhadap sifat elastik campuran dan sensitifitas terhadap air.
2. Dampak terhadap viskositas campuran aspal yaitu menyebabkan semakin besarnya permukaan *filler* maka akan menaikkan nilai viskositas dari campuran aspal tersebut.
3. Dampak suhu dan pemanasan campuran aspal yaitu setiap jenis *filler* yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda – beda pula dalam temperatur suhu campuran aspal.

2.4 Bahan Tambah / Aditif

Aditif adalah bahan tambah yang diberikan pada campuran aspal panas dan agregat yang berfungsi sebagai bahan stabilisasi aspal untuk memperbaiki sifat – sifat aspal minyak, mencegah terjadinya penguraian pada saat pencampuran, pengangkutan, penghamparan, dan pepadatan. Kerusakan dan penurunan kekuatan suatu perkerasan lentur jalan pada dasarnya karena rendahnya kekuatan dan keawetan di dalam lapisan aus dan bahan pengikat konstruksi perkerasan jalan. Keawetan lapisan perkerasan yang tinggi ditunjukkan oleh proses mekanik dalam

campuran, sehingga daya tahan di dalam lapisan perkerasan sesuai dengan umur rencana.

Dalam pekerjaan perkerasan jalan memerlukan material dalam jumlah yang besar, sehingga pemakaian material daerah setempat tidak dapat dihindarkan agar waktu dan biaya pekerjaan menjadi efisien. Namun sering kali material tidak memenuhi *standart* sehingga perlu dibuat modifikasi demi menjamin keawetan adhesi. Modifikasi tersebut dibuat dalam dua kelompok sebagai berikut :

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

Pada campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) modifikasi yang digunakan adalah dengan *tensio-active additive* (tegangan aktif bahan tambah). Bahan tambah yang digunakan yaitu berupa serat selulosa (*wood pellet*) dan limbah plastik. Serat selulosa dalam campuran aspal berguna untuk mengurangi sifat yang merugikan aspal akibat kenaikan suhu, memperbaiki campuran aspal dengan mencegah terjadinya retak, dan mencegah terjadinya pemisahan campuran. Sementara penambahan polimer (limbah plastik) dapat meningkatkan kekakuan aspal dan meningkatkan kerentanan suhu, peningkatan kekakuan akan meningkatkan ketahanan campuran terhadap *rutting* dari suhu dan cuaca yang panas.

2.5 Karakteristik Campuran Aspal

Campuran aspal harus memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut :

2.5.1 Stabilitas / *stability*

Stabilitas lapisan perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan dalam menerima beban kendaraan yang berulang untuk mempertahankan bentuk tanpa terjadi sebuah perubahan seperti alur, gelombang, maupun *bleeding*. Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antara butir agregat, penguncian antar partikel, dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan fungsi dari sebuah jalan dan beban kendaraan yang akan dilayani. Jalan dengan volume kendaraan yang tinggi dan didominasi oleh kendaraan berat akan membutuhkan stabilitas yang semakin tinggi. Namun, kestabilan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan lapisan perkerasan semakin kaku sehingga mudah untuk mengalami keretakan, selain itu karena volum antar agregat menjadi kurang sehingga mengakibatkan ikatan aspal mudah lepas sehingga nilai durabilitasnya rendah. (Sukirman, 1992).

2.5.2 Ketahanan / *durability*

Durabilitas atau keawetan merupakan ketahanan lapisan perkerasan jalan aspal terhadap pengaruh beban lalu lintas dan cuaca. Beberapa factor yang dapat dilakukan untuk meningkatkan durabilitas antara lain jumlah aspal yang tinggi, gradasi agregat yang rapat, proses pemadatan yang benar, campuran aspal dan batuan yang rapat terhadap air, serta kekerasan dari batuan penyusun lapis perkerasan jalan tersebut (*The Asphalt Institute*, 1997). Jumlah aspal yang optimum akan mengikat agregat lebih baik dan terhindar dari pengaruh abrasi yang dapat

menyebabkan *reveling*, gradasi yang rapat membuat campuran kedap terhadap air, dan campuran yang dipadatkan dengan benar akan mencegah daya ikat aspal terhadap agregat yang berkurang karena air.

2.5.3 Kelenturan / *flexibility*

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan merupakan kemampuan lapisan untuk menahan lendutan atau tekukan, misalnya dalam mengikuti deformasi atau menyesuaikan diri terhadap perubahan kecil, tanpa mengalami keretakan dan perubahan volume. Pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai untuk meningkatkan nilai kelenturan, tetapi dengan pemakaian tersebut dapat menyebabkan nilai stabilitas tidak sebaik ketika menggunakan gradasi agregat rapat. Sifat daktilitas aspal menentukan kelenturan dari sebuah campuran perkerasan aspal, jika nilai daktilitas rendah maka akan menghasilkan nilai fleksibilitas yang rendah pula dalam campuran perkerasan aspal. (*The Asphalt Institute*, 1997). Sehingga pada umumnya nilai fleksibilitas pada campuran perkerasan jalan ditingkatkan dengan menggunakan agregat dengan gradasi terbuka dan menggunakan kadar aspal yang tinggi.

2.5.4 Kekesatan / *skid resistance*

Kekesatan merupakan kemampuan permukaan perkerasan aspal pada saat keadaan basah dalam memberikan gaya gesek terhadap roda sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun memperkecil slip pada roda kendaraan. Permukaan jalan yang halus memiliki kekesatan yang lebih rendah daripada permukaan jalan yang kasar. Permukaan jalan yang halus dapat menimbulkan slip pada ban kendaraan saat dalam kondisi basah. Sementara permukaan jalan yang kasar dapat menyebabkan

ban kendaraan menjadi lebih cepat aus sehingga menyebabkan gangguan kenyamanan dan keselamatan saat berkendara. Jika penggunaan kadar aspal yang terlalu tinggi akan membuat aspal banyak berada di permukaan (*bleeding*) dan menyebabkan permukaan tersebut menjadi halus, sehingga nilai kekesatannya menjadi rendah, hal ini berpengaruh saat permukaan jalan dalam kondisi basah dapat membahayakan karena gaya gesek terhadap roda menjadi kecil. Faktor untuk membuat permukaan jalan yang baik saat keadaan basah diperlukan agregat yang kasar serta kadar aspal yang optimum. Oleh karena itu kadar aspal masih tersedia rongga udara di dalam campuran sebesar 3% - 5% untuk pemuaian aspal, sehingga akan membantu terjadinya nilai kekesatan yang optimum. (*The Asphalt Institute, 1997*).

2.5.5 Kemudahan untuk dikerjakan / *workability*

Menurut Sukirman (2003), *workability* merupakan kemampuan suatu campuran aspal untuk mudah dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi *standart* yang direncanakan. Faktor – faktor yang mempengaruhi dalam *workability* itu sendiri adalah :

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi rapat atau baik akan lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastic*.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan menjadi lebih sulit dilakukan.

2.5.6 Ketahanan kelelahan / *fatigue resistance*

Menurut Sukirman (2007), ketahanan kelelahan merupakan ketahanan yang berasal dari lapis tipis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor – faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan antara lain :

1. *Void In The Mix (VITM)*, yaitu volume (%) rongga dalam campuran
2. *Void In Mineral Agregate (VMA)*, yaitu volume (%) rongga dalam agregat
3. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*, yaitu volume (%) rongga terisi aspal

Faktor yang sangat menentukan ketahanan terhadap kelelahan adalah kadar aspal yang tinggi dalam campuran serta gradasi agregat yang rapat cenderung memiliki ketahanan kelelahan yang baik. Aspal dalam kadar yang tinggi di campuran yang memiliki gradasi agregat yang baik akan menghasilkan ketahanan kelelahan yang baik dengan catatan campuran tidak terjadi *bleeding*.

2.6 Penelitian Terdahulu

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

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, A. (2017) tentang Perbandingan Penggunaan *Polypropilene (PP)* dan *High Density Polyethylene (HDPE)* Pada Campuran Laston-WC. Penelitian ini mengamati pengaruh pemanfaatan limbah plastik PP dan HDPE sebagai campuran pada beton aspal (Laston-WC) dengan menggunakan parameter Marshall. Parameter Marshall yang digunakan yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA dan MQ. Prosentase PP dan HDPE yang digunakan sebagai campuran aspal sebesar 0%, 2%, 4% dan 6% dari berat aspal

yang digunakan. Hasil uji Marshall menunjukkan bahwa nilai stabilitas, *flow*, VFA dan MQ memiliki kecenderungan mengalami peningkatan dengan bertambahnya prosentase kadar PP dan HDPE yang digunakan. Tetapi, nilai VIM dan VMA memiliki kecenderungan menurun dengan bertambahnya prosentase PP dan HDPE. Hal ini dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan PP pada campuran aspal beton akan memberikan nilai karakteristik Marshall yang lebih baik dari campuran aspal beton dengan HDPE.

2. 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 Mastik Aspal (SMA), dengan melakukan 6 variasi dedak padi yaitu 0 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, dan 9 % terhadap 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 dedak 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 dibanding tanpa tambahan dedak padi yaitu sebesar 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 Mastik Aspal (SMA) dengan kadar aspal sebesar 6 % - 7 %.