

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Aspal

II.1.1 Pengertian Aspal

Aspal merupakan bahan pembentuk lapisan permukaan dari perkerasan lentur maupun perkerasan campuran. Aspal juga digunakan sebagai bahan pengikat dalam stabilisasi tanah dasar atau lapis 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.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4–10% berdasarkan berat campuran, atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran. Aspal merupakan material yang paling umum digunakan untuk bahan pengikat agregat, oleh karena itu seringkali bitumen disebut pula sebagai aspal. (Sukirman,2003).

Menurut The Asphalt Institute (1993), Bitumen adalah suatu campuran dari senyawa hidrokarbon yang berasal dari alam atau dari suatu proses pemanasan, atau berasal dari kedua proses tersebut, kadang-kadang disertai dengan derivatnya yang bersifat non logam, yang dapat berbentuk gas, cairan, setengah padat atau padat, dan campuran tersebut dapat larut dalam Karbondisulfida (CS₂). Aspal yang dipakai dalam konstruksi jalan mempunyai sifat fisis yang penting, antara lain : kepekatan (*consistency*), ketahanan lama atau ketahanan terhadap pelapukan oleh karena cuaca, derajat pengerasan, dan ketahanan terhadap air.

II.1.2 Sifat Aspal

Aspal yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan pada umumnya berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat, oleh karena itu, aspal yang digunakan harus bersifat (Sukirman, 1993) sebagai berikut :

a. Mempunyai Daya Tahan (durability)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, factor pelaksanaan dan sebagainya.

b. Kohesi dan Adhesi

Kohesi merupakan kemampuan aspal untuk mengikat unsur-unsur penyusun dari dirinya sendiri sehingga terbentuknya aspal dengan daktilitas yang tinggi. Sedangkan adhesi menyatakan kemampuan aspal untuk berikatan dengan agregat dan tetap mempertahankan agregat pada tempatnya setelah berikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

Kepekaan aspal terhadap temperatur adalah sensitifitas perubahan sifat viskoelastis aspal akibat perubahan temperatur, sifat ini dinyatakan sebagai indeks penetrasi aspal (IP). Aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki kepekaan yang rendah terhadap perubahan temperatur. Oleh sebab itu, campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki rentang temperatur pencampuran dan pemadatan yang lebih lebar dari campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang rendah. Aspal dengan tingkat kekerasan atau nilai penetrasi yang sama belum tentu memiliki nilai IP yang sama. Sebaliknya, aspal dengan nilai IP yang sama belum tentu memiliki tingkat kekerasan yang sama. Pada aspal dengan IP yang sama, semakin tinggi tingkat kekerasan aspal semakin tinggi ketahanan campuran beraspal yang dihasilkannya (Brennen, 1999).

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu

proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi).

II.1.3 Jenis Aspal

Aspal yang digunakan pada bahan konstruksi jalan mempunyai jenis aspal alam dan aspal buatan.

a. Aspal alam

Aspal alam ditemukan dipulau Buton (Sulawesi Tenggara Indonesia), Perancis, Swiss, dan Amerika Serikat.

b. Aspal buatan

Aspal buatan merupakan residu penyulingan minyak bumi, dengan karakteristiknya sangat bergantung dari jenis minyak bumi yang disuling (dikilang).

c. Aspal polimer

Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintetis dengan aspal. Modifikasi aspal polimer (atau biasa disingkat dengan PMA) telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan using dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Salah satu bagian dari aspal polimer adalah aspal karet.

II.2 Agregat

II.2.1 Pengertian Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Menurut Silvia Sukirman, (2003), 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.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan campuran lain. (Silvia S. 2003).

II.2.2 Jenis-jenis Agregat

1. Agregat Kasar

Agregat Kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari bantuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Agregat Kasar adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari saringan No.88 (2,36 mm).

2. Agregat Halus

Agregat Halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami bantuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5 mm. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,38 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm) terdiri bahan-bahan berbidang kasar bersudut tajam dan bersih dari kotoran atau bahan-bahan yang tidak dikehendaki.

3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) adalah pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal yang berfungsi menutupi pori-pori permukaan aspal. *Filler* merupakan bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. *Filler* biasanya berupa debu, batu kapur, debu dolomite, atau semen dan harus bebas dari setiap benda yang harus dibuang. *Filler* mempunyai ukuran yang lolos 100 % lolos dari 0,60 mm dan tidak kurang dari 75 % berat partikel yang lolos saringan 0,075 mm (saringan basah).

Perlu diperhatikan agar bahan tersebut tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang dikehendaki dan bahan dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1 %).

a. Jenis-jenis filler

Jenis filler yang dipergunakan adalah abu batu, semen Portland, debu dolomite dan kapur dan lain-lain.

b. Syarat-syarat filler

Adapun syarat-syarat filler sebagai berikut :

1. Bahan filler terdiri dari abu batu, semen Portland, abu terbang, debu dolomite, kapur, dan lain-lain.
2. Harus kering dan bebas dari pengumpulan dan bila diuji dengan pengayakan basah harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 tidak kurang dari 70 % beratnya.
3. Penggunaan kapur sebagai bahan pengisi dapat memperbaiki daya tahan campuran, membantu penyelimutan dari partikel agregat.

II.3 Campuran Aspal

II.3.1 Karakteristik Campuran Aspal

Karakteristik campuran aspal dimiliki oleh beton aspal campuran panas. Beton aspal mempunyai tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki yaitu stabilitas (stability), keawetan (durability), kelenturan (flexibility), ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (skid resistance), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (workability).

Di bawah ini adalah penjelasan dari ketujuh karakteristik tersebut :

1. Stabilitas (Stability)

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi permanen yang disebabkan oleh lalu lintas, baik beban yang bersifat statis maupun dinamis tanpa berubah bentuk, sehingga campuran tidak, bergelombang, melendut, bergeser dan lainnya.

2. Keawetan (Durability)

Keawetan adalah ketahanan campuran untuk mempertahankan kualitasnya dari disintegrasi atas unsur-unsur pembentuknya yang diakibatkan oleh beban lalu lintas dan pengaruh cuaca dapat mengakibatkan perubahan pada bahan pengikat (bitumen) dan mengelupasnya selaput bitumen dari agregat dan kehancuran agregat.

3. Kelenturan (Flexibility)

Kelenturan adalah kemampuan campuran aspal untuk menyesuaikan diri mengikuti beban lalu lintas tanpa mengalami keretakan yang disebabkan oleh sebagai berikut :

- a. Beban yang berlangsung lama mengakibatkan terjadinya kelelahan pada lapisan fondasi atau tanah dasar yang disebabkan oleh pembebanan sebelumnya.
- b. Lendutan berulang yang disebabkan oleh waktu pembebanan lalu lintas yang berlangsung singkat.
- c. Adanya perubahan volume campuran.

4. Ketahanan Terhadap Kelelahan (Fatigue Resistance)

Ketahanan terhadap kelelahan adalah ketahanan dari lapisan aspal beton yang menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (rutting) dan retak.

5. Kekesatan/tahanan geser (Skid Resistance)

Kekesatan/tahanan geser adalah sifat kekesatan yang diberikan oleh permukaan bahan perkerasan dalam melayani arus lalu lintas yang lewat tanpa terjadinya slip (tergelincir) baik diwaktu basah maupun kering. Kekesatan dinyatakan dalam koefisien geser antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Bersarnya nilai koefisien gesek dipengaruhi oleh penggunaan agregat dengan permukaan kasar, kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding, agregat berbentuk kubus, agregat kasar yang cukup.

6. Kedap Air (Impermeability)

Kedap air adalah kemampuan aspal beton untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

7. Kemudahan Pelaksanaan (Workability)

Kemudahan pelaksanaan adalah kemampuan campuran aspal beton untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatannya terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

II.3.2 Volumetrik Campuran Beraspal

Volumetrik campuran beraspal yang dimaksud adalah volume benda uji campuran yang telah dipadatkan. Komponen campuran beraspal secara volumetrik tersebut adalah : Volume rongga diantara mineral agregat (VMA), Volume bulk campuran padat, Volume campuran padat tanpa rongga, Volume rongga terisi aspal (VFA), Volume rongga dalam campuran (VIM), Volume aspal yang diserap agregat, Volume agregat berdasarkan berat jenis bulk dan Volume agregat berdasarkan berat jenis efektif. Perhitungan Berat Jenis dan Volume Rongga campuran beraspal adalah menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Berat Jenis Bulk Agregat

Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat bahan di udara (termasuk rongga yang cukup kedap dan yang menyerap air) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula.

Karena agregat total terdiri dari atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda maka berat jenis bulk (G_{sb}) agregat total dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

G_{sb} = Berat jenis bulk total agregat

$P_1, P_2 \dots P_n$ = Persentase masing-masing fraksi agregat

$G_1, G_2 \dots G_n$ = Berat jenis bulk masing-masing fraksi agregat

2. Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis efektif adalah perbandingan antara berat bahan diudara (tidak termasuk rongga yang menyerap aspal) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air destilasi dengan volume yang sama dan suhu tertentu pula, yang dirumuskan :

$$G_{sb} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

Gse = Berat jenis efektif agregat

Pmm = Persentase berat total campuran (=100)

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol)

Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum

Gb = Berat jenis aspal

3. Berat Jenis Maksimum Campuran

Berat jenis maksimum campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung dengan menggunakan berat jenis efektif (Gse) rata-rata sebagai berikut :

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol)

Pmm = Persentase berat total campuran (=100)
Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum

Ps = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

4. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total tidak terhadap campuran yang dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \times G_b \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat

Gsb = Berat jenis bulk agregat

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

5. Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya menentukan kinerja perkerasan aspal. Kadar aspal efektif ini dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{be} = P_b \times \frac{ba}{100} \times P_s \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

P_{be} = Kadar aspal efektif, persen total agregat

P_b = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

P_{ba} = Penyerapan aspal, persen total agregat

P_s = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

6. Rongga diantara Mineral Agregat (VMA)

Rongga diantara mineral agregat (VMA) adalah ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dihitung berdasarkan Berat Jenis Bulk Agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan VMA terhadap campuran total dengan persamaan :

a. Terhadap Berat Campuran Total

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots \dots \dots (6a)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Gsb = Berat jenis bulk agregat

Gmb = Berat jenis bulk campuran padat

Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

b. Terhadap Berat Agregat Total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100 + P_b)} \times 100 \dots \dots \dots (6b)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Gsb = Berat jenis bulk agregat

Gmb = Berat jenis bulk campuran padat

Pb = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

7. Rongga di Dalam Campuran (VIM)

Rongga di dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$V_a = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

V_a = Rongga udara campuran, persen total campuran

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran agregat rongga udara 0 (No1)

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran padat

8. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Rongga terisi aspal adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Untuk mendapatkan rongga terisi aspal (VFA) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$VFA = \frac{100 (VMA - V_a)}{G_{mm}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal, persen VIM

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

V_a = Rongga udara campuran, persen total campuran

II.3.3 Campuran Aspal Panas

Campuran aspal panas adalah campuran perkerasan yang terdiri dari kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal pada suhu tertentu, Umumnya suhu pencampuran dilakukan pada suhu 145°C – 155°C. Pencampuran dilakukan sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Adapun enis beton aspal campuran panas sebagai berikut :

1. Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (Asphalt Concrete). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas.

Sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu:

- a. Laston sebagai lapisan aus dan lapisan perkerasan paling atas , dikenal dengan nama *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *AC-WC* adalah 4 cm.
- b. Laston sebagai lapisan pengikat , dikenal dengan nama *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*. Tebal nominal minimum *AC-BC* adalah 5 cm.
- c. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *AC-Base (Asphalt Concrete-Base)*. Tebal nominal minimum *AC-Base* adalah 6 cm.

2. Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *HRS (Hot Rolled Sheet)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai fungsinya Lataston mempunyai 2 macam campuran yaitu:

- a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *HRS-WC (Hot Rolled Sheet-Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *HRS-WC* adalah 3 cm.

- b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *HRS-Base (Hot Rolled Sheet-base)*. Tebal nominal minimum *HRS-Base* adalah 3,5 cm.
3. Latazir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), adalah beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Oleh karena itu tidak diperkenankan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latazir biasa pula disebut sebagai *SS (Sand Sheet)* atau *HRSS (Hot Rolled Sand Sheet)*. Sesuai gradasi agregatnya, campuran latazir dapat dibedakan atas:
 - a. Latazir kelas A, dikenal dengan nama *HRSS-A* atau *SS-A*. Tebal nominal minimum *HRSS-A* adalah 1,5 cm.
 - b. Latazir kelas B, dikenal dengan nama *HRSS-B* atau *SS-B*. Tebal nominal minimum *HRSS-A* adalah 2 cm. Gradasi agregat *HRSS-B* lebih kasar dari *HRSS-A*.
4. Lapisan perata adalah beton aspal yang digunakan sebagai lapisan perata dan pembentuk penampang melintang pada permukaan jalan lama. Semua jenis campuran beton aspal dapat digunakan, tetapi untuk membedakan dengancampuran untuk lapis perkerasan jalan baru, maka setiap jenis campuran beton aspal tersebut ditambahkan huruf *L (Leveling)*. Jadi ada jenis campuran *AC-WC(L)*, *AC-BC(L)*, *AC-Base(L)*, *HRS-WC(L)*, dan seterusnya.
5. *SMA (Split Mastic Asphalt)* adalah beton aspal bergradasi terbuka dengan selimut aspal yang tebal. Campuran ini mempergunakan tambahan berupa fiber selulosa yang berfungsi untuk menstabilisasi kadar aspal yang tinggi. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Ada 3 jenis *SMA*, yaitu:
 - a. *SMA 0 / 5* dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm.
 - b. *SMA 0 / 8* dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm.
 - c. *SMA 0 / 11* dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm.(Silvia Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2003)

II.4 Kapur

II.4.1 Pengertian Kapur

Kapur merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Secara fisik kapur merupakan sebuah benda putih dan halus. Bahan dasar kapur adalah batu kapur. Kapur atau yang lebih dikenal CaCO_3 adalah suatu material yang berasal dari [batuan sedimen](#) berwarna putih dan halus yang tersusun dari [mineral](#). Kapur terdiri dari tiga senyawa utama yaitu adalah kalsium karbonat, kalsium oksida, dan kalsium karbonat. Pada dasarnya pembentukan kapur terjadi di laut, ketika organisme laut purba yang memiliki cangkang berkalsium mati bertumpuk dan perlahan-lahan membentuk lapisan endapan. Setelah berjuta tahun, lapisan ini menjadi batuan melalui proses geologi.

II.4.2 Sifat Kapur Sebagai Bahan Bangunan

- Plastis,
- Dapat mengeras dengan cepat sehingga memberi kekuatan pengikat
- Mudah dikerjakan tanpa melalui proses pabrik
- Menghasilkan rekatan yang bagus untuk mortar/plesteran

II.5 Kapur Karbonat Sebagai Pengganti Filler

Kapur karbonat merupakan kapur yang bukan melalui proses pembakaran tetapi digiling langsung, kapur karbonat ini ada dua macam, yaitu kalsit/kalsium karbonat (CaCO_3) dan dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Untuk kapur kalsit mengandung kalsium oksida 47%, dan kalsium karbonatnya 85%. Sementara untuk dolomit mengandung kalsium oksida dan magnesium oksida 47% serta kalsium karbonat dan magnesium karbonatnya 85%.

Gambar 2.1 Kapur Karbonat



Kapur dalam campuran aspal panas (*hotmix*) menciptakan banyak manfaat diantaranya adalah bertindak sebagai anti stripping agent yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Kapur juga dapat mempengaruhi kinerja campuran beton aspal dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan agregat.

II.6 Semen Portland

Semen Portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adonan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika di tambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton. Bahan-bahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi kelompok aktif yaitu semen dan air sedangkan kelompok pasif yaitu pasir dan kerikil. Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu masa padat, disamping itu mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

Semen Portland yang baik adalah semen yang bubukannya halus, butiran sekitar 0.05 mm dan memiliki komposisi dari bahan dengan

perbandingan Batur kapur (CaO), Pasir silikat (SiO_2), Tanah liat (Al_2O_3), Bijih besi (Fe_3O_3), MgO , dan SO_3 .

Semen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan semen Tonasa.

Gambar 2.2 Semen



II.7 Aspal Karet

Bahan aditif aspal adalah suatu bahan yang dipakai untuk ditambahkan pada aspal. Penggunaan bahan aditif aspal merupakan bagian dari klasifikasi jenis aspal modifier yang berunsur dari jenis karet, karet sintesis atau buatan juga dari karet yang sudah diolah (dari alam), dan juga dari bahan plastik. Penggunaan campuran polimer aspal merupakan trend yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini terlihat bahwa keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal. Penggunaan polimer sebagai bahan untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir. Proses pencampuran aspal karet dengan menggunakan mesin penggiling terlebih dahulu agar karet yg menggumpal mudah untuk di campur ke dalam aspal. Setelah digiling menggunakan mesin two roll mill, karet dicampurkan dengan aspal panas dengan suhu tertentu. Lalu dicampurkan oleh mixer aspal.

Badan Litbang Kementerian PU (2007), melakukan pengujian dengan menggunakan bahan aditif dengan menggunakan karet alam untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan beraspal sebesar 3 % dari berat aspal minyak dengan hasil memperbaiki karakteristik aspal konvensional, meningkatkan mutu perkerasan beraspal yang ditunjukkan dengan peningkatan modulus resilien dan kecepatan reformasi, meningkatkan umur konstruksi perkerasan jalan yang ditunjukkan percepatan terjadinya retak dan alur.

Tabel 2.1 Spesifikasi Produk Aspal Karet

No	Jenis Pengujian	Metode Uji	Jenis Bahan	Hasil Rata-rata	satuan
1	Penetrasi	SNI 2456-2011	Aspal Karet (Natural Ruber)	50,80	(0,1 mm)
2	Titik Lembek	SNI 2434-2011		54,00	°C
3	Kepadatan	AASHTO M 323-12		2,15	gr/cc
4	Stabilitas	ASTM D 6927-06		1104,20	Kg/mm
5	Pelelehan (Flow)	RSNI M-01-2003		3,07	mm
6	Hasil bagi marshall/Marshall Quotient	RSNI M-01-2003		360,00	Kg/mm

Hubungan aspal dengan karet dalam campuran aspal panas :

1. Interaksi antara Aspal dan Karet

Karet alam adalah termoplastik yang mengandung bahan dengan berat molekul yang sama dengan molekul dari fraksi aspal. Bila karet ditambahkan ke dalam aspal, sebagian "fraksi ringan" aspal diserap ke dalam karet. Jika terdapat kesesuaian antara karet dan aspal, maka akan menghasilkan penambahan kekentalan dan elastisitas dari aspal. Perubahan sifat bahan pengikat aspal diatas, akan membuat perkerasan jalan beraspal lebih tahan terhadap deformasi dan retak. Karet seperti itu dan juga aspal dapat teroksidasi terutama pada temperatur tinggi. Perubahan ini terjadi pada sifat kimia dan fisik. Walaupun aspal karet lebih tahan terhadap oksidasi dibandingkan aspal atau karet saja, aspal karet tetap harus dilindungi dari proses oksidasi. Dalam hal ini aspal karet tidak boleh disimpan lama pada temperatur diatas 130°C.

2. Ketahanan Terhadap Oksidasi

Semua aspal teroksidasi dan mengeras selama pencampuran, penghamparan dan selama masa pelayanan. Bila penetrasinya turun tajam

dibawah kira-kira 30, maka perkerasan beraspal cenderung dapat menjadi retak. Tambahan karet ke dalam aspal mengurangi pengaruh tersebut.

3. Ketahanan Terhadap Retak

Penambahan karet ke dalam aspal meningkatkan ketahanan terhadap retak. Lapisan campuran beraspal karet lebih mampu menahan retak refleksi daripada campuran beraspal tanpa karet. Bila semakin tua dan mengeras, maka campuran beraspal karet dapat menahan pengaruh oksidasi yang lebih baik dari pada campuran beraspal tanpa karet. Maka ketahanan retak campuran beraspal karet relatif lebih baik.

4. Kekakuan Struktur

Karet dapat meningkatkan kekakuan aspal tanpa membuatnya rapuh. Sehingga campuran aspal karet memiliki kemampuan penyebaran yang lebih besar dalam rongga. Jika dua jalan dibangun dengan ketebalan yang sama, perkerasan aspal karet akan melendut lebih kecil akibat lalu lintas dan akan diperkirakan berumur lebih lama dari pada menggunakan aspal tanpa karet.

II. 8 Metode Marshall

1. Uji Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall. Pengujian Marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (flow). Flow didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum.

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan Proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan flowmeter untuk mengukur kelelahan plastis atau flow. Benda uji Marshall Standart berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).

2. Parameter Pengujian Marshall

Sifat-sifat campuran beraspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian marshall antara lain :

a. Stabilitas Marshall

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Stabilitas merupakan merupakan yang menunjukkan batas maksimum beban diterima oleh suatu campuran beraspal saat terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam kilogram. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetannya berkurang.

b. Kelelehan (Flow)

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, nilai flow merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial (dalam satuan mm). Suatu campuran yang memiliki kelelehan yang rendah akan lebih kaku dan cenderung untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya.

c. Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient)

Hasil bagi Marshall merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan (flow). Semakin tinggi MQ, maka akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan.

d. Rongga Terisi Aspal (VFA atau VFB)

Rongga terisi aspal (VFA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

e. Rongga Antar Agregat (VMA)

Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

f. Rongga Udara (VIM)

Rongga udara dalam campuran (Va) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri dari atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

Tabel 2.2 Ketentuan Sifat-sifat campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 ⁽³⁾
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,6		
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800 ⁽³⁾
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6 ⁽³⁾
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁵⁾	Min.	90		

Sumber :Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2

Tabel 2.3 Persyaratan Aspal

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintetis	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan ⁽¹⁾	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) ⁽³⁾	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan ⁽²⁾	
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	
7.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-14	≥ 99	≥ 99	
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	
9.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	$\leq 2,2$	

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2

II.9 Agregat

Agregat didefinisikan sebagai mineral keras berupa batu pecah, pasir atau komposisi mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan.

Ditinjau dari asal kejadiannya agregat atau batu dibedakan atas batuan beku(igneous rock), batuan sedimen, dan batuan metamorf(batuan malihan). Berdasarkan proses pengolahannya agregat yang digunakan pada perkerasan lentur dapat dibedakan atas agregat alam, agregat yang telah mengalami proses pengolahan terlebih dahulu dan agregat buatan. Sedangkan berdasarkan ukuran besarnya butiran maka agregat dapat dibedakan menjadi agregat kasar dengan ukuran $> 4,75$ mm (ASTM) atau > 2 mm (AASHTO), dan agregat halus dengan ukuran butiran $< 4,75$ mm (ASTM) atau antara 0,075 mm – 2 mm (AASHTO).

Sebagai bahan perkerasan jalan maka sifat dari kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan sifat dan kualitas yang baik langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.

Beberapa sifat agregat yang penting sehubungan dengan penggunaan pada perkerasan jalan, antara lain:

A. Gradasi

Gradasi atau distribusi butiran mempengaruhi besarnya rongga antar butiran yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat terdiri dari:

- Gradasi seragam (uniform graded), adalah agregat dengan ukuran yang hampir sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka.
- Gradasi rapat (dense graded), adalah campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik.
- Gradasi buruk (poorly graded), adalah campuran agregat yang tidak memenuhi kategori diatas, agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapis perkerasan lentur yaitu gradasi celah yang disebut juga gradasi senjang.

B. Ukuran maksimum dan ukuran nominal

Umumnya lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar hingga kecil semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan semakin banyak pula variasi ukuran yang dibutuhkan. Batasan ukuran maksimum yang digunakan biasanya dibatasi tebal lapisan yang diharapkan.

Terdapat dua cara untuk menyatakan ukuran partikel agregat, yaitu:

1. Ukuran maksimum, merupakan ukuran ayakan terkecil dimana agregat tersebut lolos 100%.
2. Ukuran nominal maksimum, merupakan ukuran ayakan terbesar dimana agregat tertahan ayakan tidak lebih dari 10%.

C. Kebersihan

Agregat yang mengandung substansi asing harus dibersihkan sebelum digunakan dalam campuran. Substansi asing ini dapat berupa tumbuhan, partikel halus atau gumpalan lumpur yang dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan. Agregat seperti ini dihindari kecuali bila zat-zat tersebut dapat dikurangi atau dalam jumlah yang sangat terbatas.

Pemeriksaan akan kebersihan agregat sering kali ditentukan secara visual, tetapi dengan test laboratorium akan memberikan hasil positif, kotor tidaknya agregat. California Division Of Highways, mengembangkan suatu cara test untuk menentukan perbandingan relatif dari bagian yang merugikan. Test ini lebih umum disebut sebagai test (SE). makin kecil nilai SE maka bahan makin kotor, dimana besarnya nilai $SE = (\text{skala pasir/skala Lumpur}) \times 100\%$. Umumnya besarnya nilai SE dari partikel agregat yang dapat dipergunakan untuk bahan konstruksi perkerasan jalan adalah 50% (Sukirman, 1992).

D. Kekuatan agregat dan ketahanan

Daya tahan agregat untuk tidak hancur oleh pengaruh mekanisa ataupun kimia. Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan harus mempunyai daya tahan terhadap pemecahan, pengikisan akibat cuaca yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Ketahanan agregat terhadap pemecahan diperiksa dengan percobaan "los angeles abrasion test". Nilai abrasi dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara berat uji semula di kurangi berat benda uji tertahan saringan no. 12 dengan berat benda uji semula. agregat keras mempunyai nilai abrasi $< 20\%$ dan agregat lunak $> 20\%$. Nilai abrasi $> 40\%$ menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan yang cukup untuk digunakan. Nilai $< 30\%$ baik sebagai lapisan penutup, sedangkan nilai dibawah 40% baik digunakan sebagai lapisan permukaan dan lapisan pondasi atas pada perkerasan jalan. Agregat dengan soundness $\leq 12\%$ menunjukkan agregat yang cukup tahan terhadap pengaruh cuaca dan dapat digunakan untuk lapisan permukaan.

E. Bentuk dan tekstur permukaan agregat

Bentuk dan tekstur mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Partikel agregat dapat berbentuk bulat, lonjong, kubus, pipih, dan tidak beraturan, pada perkerasan jalan bentuk butiran mempunyai beberapa pengaruh yaitu: mempengaruhi cara pekerjaan campuran, merubah kemampuan pemadatan dalam mencapai kepadatan yang ditentukan serta berpengaruh terhadap kekuatan perkerasan aspal.

Bentuk agregat yang bulat atau lonjong kurang memberikan ikatan satu sama lainnya dan umumnya mempunyai permukaan yang licin, sehingga mudah mengalami gerakan apabila dikenakan beban di atasnya. Butiran seperti ini masih dapat dipergunakan kecuali butiran tersebut mempunyai gradasi rapat dan penempatannya terbatas pada lapisan yang agak jauh dari pengaruh beban.

Butiran agregat yang pipih sekalipun bersudut dengan permukaan yang kasar namun pengaruhnya terhadap konstruksi kurang berikatsatusama lainnya dan mudah pecah akibat beban di atasnya sehingga akan terjadi perubahan gradasi agregat lapisan konstruksi yang dapat mengganggu kestabilan. Bentuk butiran kubus adalah bentuk yang dianjurkan, selain memberikan ikatan satu sama lainnya juga permukaan yang kasar memberikan gesekan yang besar antara agregat. Kekuatan campuran pada umumnya tergantung pada nilai abrasinya, daya pelapukan dan daya lekat terhadap aspal, sedangkan cara pengerjaan tergantung butiran.

Di dalam pelaksanaan pembatasan penggunaan butiran masih dapat dipertimbangkan antara lain:

- Untuk lapisan subbase bentuk bulat dapat dipergunakan
- Untuk lapisan base berbutir bulat < 10% dapat dipakai
- Untuk lapisan surface agregat harus 100% berbentuk kubus.

Gesekan antar partikel juga menentukan stabilitas dan daya dukung dari lapisan perkerasan. Besarnya gesekan dipengaruhi oleh jenis permukaan agregat yang dapat dibedakan atas : permukaan kasar, halus, licin dan pengkilat dan pori. Gesekan timbul pada partikel yang berpermukaan kasar,

sudut geser dalam antara partikel bertambah semakin besar dengan bertambah kasarnya permukaan agregat.

F. Porositas

Porositas merupakan sifat yang kurang penting dibandingkan dengan sifat agregat yang lainnya, namun sifat ini mempengaruhi faktor ekonomis dari campuran. Porositas yang cukup diperlukan oleh agregat untuk menyerap aspal sehingga menimbulkan adhesi antara aspal dan agregat.

Tabel 2.4 Spesifikasi agregat kasar

Jenis pengujian	Satuan	Spesifikasi	
		Min	Max
Gradasi	-	-	-
Penyerapan air	%	-	3
Berat jenis curah	-	2,5	-
Berat jenis semu	-	-	-
Kelekatan pada aspal	%	95	-
Keausan pada 500 putaran	%	-	40
jumlah brt #4 pecah dua	%	50	-
indeks kepipihan	%	-	25
bagian yang lunak	%	-	5

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

Tabel 2.5 Gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan		% lolos saringan
Inch	Mm	
¾"	19	100
½"	12,7	85 – 100
3/8"	9,51	0 – 95
NO. 4	4,76	0 – 60
NO. 200	0,075	0 – 1

Sumber : Dep. PU, Bina Marga 1989

Tabel 2.6 Spesifikasi agregat halus

Jenis pengujian	Satuan	Spesifikasi	
		Min	Max
Gradasi	-	-	-
Penyerapan air	%	-	3
Berat jenis curah	-	2,5	-
Berat jenis semu	-	-	-
Kelekatan pada aspal	%	95	-
Keausan pada 500 putaran	%	-	40
Bagian yang lunak	%	-	5
Pasir ekivalen	%	50	

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

Tabel 2.7 Gradasi agregat halus

Ukuran Saringan		% lolos saringan
Inch	Mm	
¾"	4,76	100
½"	2,38	95 – 100
3/8"	0,595	75 – 95
NO. 4	0,149	13 – 50
NO. 200	0,075	0 – 5

Sumber : Dep. PU, Bina Marga 1989

Tabel 2.8 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %
	magnesium sulfat		Maks.18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 ^{*)}
	Lainnya		95/90 ^{**)}
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1 : 5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117: 2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2

Tabel 2.9 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pematatan	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. 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2

Tabel 2.10 Gradasi Agregat Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat yang lolos terhadap total agregat							
		Stone Matrix Asphalt			Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	BC	WC	BC	Base
1½"	37,5	-	-	-	-	-	-	-	100
1"	25	-	-	100	-	-	-	100	90 - 100
¾"	19	-	100	90-100	100	100	100	90 - 100	76-90
½"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28	-	-	53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21	-	-	-	-	21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18	-	-	35-60	15-35	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	10-15	-	-	-	-	9-22	7-20	6-15
No.100	0,150	-	-	-	-	-	6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

II.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Berikut ini merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan.

A. Herman Fithra, 2017. Pengaruh Jumlah Tumbukan Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Tambahan Lateks Terhadap Sifat Marshall.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah tumbukan dengan tambahan bahan lateks terhadap campuran AC-WC dilihat dari sifat Marshall. Penelitian ini dilakukan dengan membuat rancangan benda uji standar di laboratorium, dilanjutkan dengan pencarian nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Nilai KAO ditambahkan lateks 2% dengan jumlah tumbukan 2x75, 2x100, 2x125 dan 2x150. Hasil dari jumlah tumbukan untuk benda uji tersebut dilakukan uji Marshall untuk mengetahui sifat Marshall. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan jumlah tumbukan 2x75, 2x100, 2x125 dan 2x150 menghasilkan stabilitas berurutan sebesar 2027 kg, 1751 kg, 1672 kg dan 1760 kg. Nilai flow yang dihasilkan berurutan sebesar 3,3 mm, 1,9 mm, 1,6 mm dan 1,3 mm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan jumlah tumbukan lebih dari 2x75 semua benda uji campuran AC-WC dengan tambahan lateks 2% dari KAO tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010.

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Campuran AC-WC dengan KAO 5,5% dan tambahan lateks 2% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 hanya dengan tumbukan 2x75.
2. Campuran AC-WC dengan tumbukan > 2x75 menyebabkan kadar rongga dalam campuran agregat dibawah 15%, hal ini menyebabkan campuran sangat rapuh.
3. Campuran AC-WC dengan tumbukan > 2x75 menyebabkan nilai kelelahan menjadi sangat kecil, dibawah 3 mm.

B. Zaiv Fathan Tamatra Ajie. 2021, Perbandingan Aspal Shell dan Aspal Karet Melalui Sistem Pengujian Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

- a. Nilai *Stabilitas* diperoleh aspal karet sebesar 1371,79 kg dan 1420,93 kg, memenuhi persyaratan minimal sebesar 800 kg.
- b. Nilai *Flow* diperoleh aspal karet sebesar 3,20 mm dan 3,38 mm, memenuhi persyaratan minimal sebesar 2 mm dan maksimal 4 mm.
- c. Nilai VIM (*Void In Mix*) diperoleh aspal karet sebesar 4,99% dan 4,74%, memenuhi persyaratan minimal sebesar 3% dan maksimal sebesar 5%.
- d. Nilai VMA (*Void in Mineral Agregat*) diperoleh aspal karet sebesar 18,11% dan 18,91%, memenuhi persyaratan minimal sebesar 15%.
- e. Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) diperoleh aspal karet sebesar 79,57% dan 81,66%, memenuhi persyaratan minimal sebesar 65%.
- f. Nilai MQ (*Marshall Quotient*) diperoleh aspal karet sebesar 430,37 kg/mm dan 420,10 kg/mm, memenuhi persyaratan minimal sebesar 250 kg/mm.

Penentuan Kadar Aspal Optimum Rencana

- a. Kadar aspal optimum rencana yang didapat dari sampel uji untuk aspal shell yaitu sebesar 6,25%, yang didapat dari kadar aspal 6% dan 6,5% yang memenuhi semua persyaratan hasil marshall seperti VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Flow dan MQ yang ditentukan lalu dibagi dua.
- b. Kadar aspal optimum rencana yang didapat dari sampel uji untuk aspal karet yaitu sebesar 6,75%, yang didapat dari kadar aspal 6,5% dan 7% yang memenuhi semua persyaratan hasil marshall seperti VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Flow dan MQ yang ditentukan lalu dibagi dua.