

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasaan Lentur

Perkerasaan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Perkerasaan jalan merupakan lapisan yang berada di atas tanah dasar yang didapatkan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke tanah dasar agar beban yang diterima tanah tidak melebihi daya dukung tanah yang diijinkan (Sukirman, 1992).

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasaan jalan dapat dibedakan atas :

1. perkerasaan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasaan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat,
2. perkerasaan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasaan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat, dan
3. perkerasaan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasaan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasaan lentur dapat berupa perkerasaan lentur di atas perkerasaan kaku, atau perkerasaan kaku di atas perkerasaan lentur.

Karakteristik perkerasaan lentur yang harus dimiliki oleh campuran aspal panas adalah sebagai berikut ini.

1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan perkerasaan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasaan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat retak, disamping itu karena volume antara agregat kurang maka kadar aspal yang dibutuhkan rendah. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan sebagai berikut.

- a. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*).

- b. Agregat dengan permukaan yang kasar.
- c. Aspal dengan penetrasi rendah.
- d. Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

2. Keawetan/Daya Tahan (*Durability*)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapisan perkerasan adalah sebagai berikut.

- a. *VITM (Voids in The Total Mix)* kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).
- b. *VMA (Void in Mineral Aggregate)* besar sehingga selimut aspal dapat dibuat tebal. Jika *VITM* dan *VMA* kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadi *bleeding* dan penurunan kinerja cukup besar. Untuk mencapai *VMA* yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.
- c. Film (Selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan potensi terjadinya *bleeding* menjadi besar.

3. Kelenturan (*Fleksibility*)

Fleksibility pada lapisan perkerasan merupakan kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti berikut.

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh *VMA* yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi)
- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh *VITM* yang kecil.

4. Kekesatan (*Skid Resistance*)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip, baik di waktu hujan (basah) maupun kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Tingginya nilai tahanan gesek ini di perngaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut.

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*.
- c. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

5. Ketahanan Terhadap Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah sebagai berikut

- a. *VITM* yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. *VMA* dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

6. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Workability adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut.

- a. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain.
- b. Temperatur campuran yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
- c. Kandungan *filler* (pengganti) atau *additive* (tambahan) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sulit.

3.2 Bahan Penyusun Perkerasan Lentur Pada Lapis Permukaan

3.2.1 Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan utama perkerasan jalan selain aspal. Agregat terdiri dari 2 jenis yaitu agregat alam berupa pasir, kerikil dan batu pecah serta agregat buatan yang berupa terak (hasil dari pabrik pencarian besi) dan hasil sampingan pabrik semen dan mesin pemecah batu.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat. Agregat dapat dibedakan atas sebagai berikut.

1. Agregat halus, yaitu agregat yang lolos ayakan No 4 (4,76 mm)
2. Agregat kasar, yaitu agregat yang tertahan saringan N0.4 (4,76 mm)
3. Bahan pengisi/*filler*, yaitu bahan berbutir halus yang lolos ayakan No. 200.

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang paling penting dalam menentukan ukuran agregat. Agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Berikut gradasi agregat dibedakan terdiri dari :

1. gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama.
2. gradasi rapat (*dense graded*) adalah campuran agregat kasar dan halus dalam porsi seimbang.
3. gradasi buruk (*poorly graded*) adalah campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori di atas.

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini harus memenuhi persyaratan yang tercantum dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar

| No | Jenis Pemeriksaan | Standar | Syarat |
|----|---|---------------------|--------|
| 1 | Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> | SNI 2417 : 2008 | <30% |
| 2 | Kelekatan dengan aspal | SNI 2439 : 2011 | >95% |
| 3 | Kekekalan bentuk agregat terhadap natrium | SNI 3407 : 2008 | 12% |
| 4 | Material lolos ayakan No. 200 | SNI 03-4141 : 1996 | <2% |
| 5 | Parikel pipih dan lonjong | ASTM D4791 perb 1:5 | <10% |

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2010)

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Halus

| No | Jenis Pengujian | Standar | Syarat |
|----|------------------------|--------------------|------------|
| 1 | <i>Sand equivalent</i> | SNI 03-4428 : 1997 | Min 60% |
| 2 | Berat jenis semu | SNI 3423 : 2008 | <3% |
| 3 | Peresapan terhadap air | SNI 03-6877 : 2002 | >2,5 gr/cc |

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2010)

3.2.2 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang bentuk padat sampai agak padat yang memiliki fungsi sebagai bahan pengikat antara agregat (Sukirman, 1992). Menurut Totomidharjo (2000) pemilihan aspal sebagai bahan ikat pada campuran (*hot mix*), seperti pada persyaratan aspal berikut ini.

1. Kekauan/kekerasan (*Stiffness*) aspal yang digunakan harus mempunyai kekerasan yang cukup yang berfungsi sebagai bahan jalan aspal.
2. *Workability* mudah dikerjakan sifat mudah dikerjakan terutama pada pelaksanaan penggelaran dan memudahkan dalam pemadatan untuk memperoleh lapis perkerasan yang padat kompak.
3. Kuat tarik dan adhesi (*Tensile Strength and Adhesion*), sifat kuat tarik dan adhesi diperlukan agar lapis perkerasan yang dibuat akan tahan terhadap

kerusakan. *Cracking* (retak), ditahan oleh kuat tarik, *Freting* (penglupasan), ditahan oleh adhesi, dan *Ravelling* (goyah), ditahan oleh kuat tarik dan adhesi.

4. Tahan terhadap cuaca merupakan ketahanan yang diperlukan agar perkerasan tetap memiliki konsistensi tahanan gesek (*skid resistance*).

Tabel 3.3 Persyaratan Aspal Keras AC 60/70

| No. | Jenis Pengujian | Standar | Nilai |
|-----|-------------------------------|------------------|------------|
| 1. | Berat jenis | SNI-06-2441-1991 | $\geq 1,0$ |
| 2. | Penetrasi pada 25° C (0,1 mm) | SNI-06-2456-1991 | 60-70 |
| 3. | Daktilitas pada 25° C (cm) | SNI-06-2432-1991 | ≥ 100 |
| 4. | Titik nyala (° C) | SNI-06-2433-1991 | ≥ 232 |
| 5. | Kelarutan dalam TCE (%) | ASTM D5546 | ≥ 99 |
| 6. | Titik lembek (° C) | SNI-06-2434-1991 | ≥ 48 |

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2010)

3.2.3 Filler

Filler adalah mineral paling halus dari agregat beton aspal berukuran dari saringan No.200 dan tidak boleh mengandung kelembapan. Ada pendapat bahwa *filler* akan berfungsi untuk melengkapi garis gradasi batuan, tetapi pendapat lain condong untuk menganggap *filler* akan membentuk masyik langsung dengan aspal dan meningkatkan kemampuan aspal menahan panas tinggi di lapangan. (Seohartono, 2014).

3.3 Gypsum

Gypsum adalah Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), merupakan mineral yang termasuk dalam mineral sulfat yang nilainya sangat menguntungkan. *Gypsum* sering digunakan pada bahan dasar pembuatan semen, hiasan bangunan, pengisi (*filler*).

3.4 Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)

Asphalt concrete wearing course adalah lapis beton aspal untuk permukaan jalan, biasanya tidak terlalu tebal, sekitar 5 cm, sebagai lapis aus sekaligus sebagai

lapis penutup. Karena terletak pada posisi paling atas agar tidak mudah melunak (*bleeding*) dan *bulging* (berubah bentuk, jembul, bergelombang, terlihat secara visual pada marka jalan yang bengkok), tidak mudah timbul retak yang dapat menyebabkan bocor air, dan tidak mudah terjadi lepas butir (kehilangan daya lengket) (Soehartono, 2014). Adapun spesifikasi campuran AC-WC dapat dilihat pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 Spesifikasi Campuran AC-WC

| Ukuran Ayakan | | Laston (AC) | | |
|---------------|-------|-------------|----------|----------|
| ASTM | mm | WC | BC | Base |
| 1 1/2" | 37,5 | | | 100 |
| 1" | 25 | | 100 | 90 - 100 |
| 3/4" | 19 | 100 | 90 - 100 | 76 - 90 |
| 1/2" | 12,5 | 90 - 100 | 75 - 90 | 60 - 78 |
| 3/8" | 9,5 | 77 - 90 | 66 - 82 | 52 - 71 |
| No. 4 | 4,75 | 53 - 69 | 46 - 64 | 35 - 54 |
| No. 8 | 2,36 | 33 - 53 | 30 - 49 | 23 - 41 |
| No. 16 | 1,18 | 21 - 40 | 18 - 38 | 13 - 30 |
| No. 30 | 0,6 | 14 - 30 | 12 - 28 | 10 - 22 |
| No. 50 | 0,3 | 9 - 22 | 7 - 20 | 6 - 15 |
| No. 100 | 0,15 | 6 - 15 | 5 - 13 | 4 - 10 |
| No. 200 | 0,075 | 4 - 9 | 4 - 8 | 3 - 7 |

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2010)

3.5 Modifikasi Aspal

3.5.1 Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi adalah aspal minyak yang ditambahkan dengan beberapa aditif, dengan maksud untuk meningkatkan kinerjanya. Di Indonesia kesadaran untuk menggunakan aspal modifikasi didasari oleh alasan yang lebih khusus, yaitu agar lebih tahan panas (menaikkan titik lembek), lebih tahan beban (menaikkan

kohesi), lebih lengket (menaikkan adhesi) agar agregat tidak mudah terburai dan lebih ultraviolet agar tidak mudah menua (*ageing*). Masing-masing penambahan kinerja itu membutuhkan bahan tambah yang berbeda-beda, ada aditif yang bersifat lengket dan lentur (aditif berbasis karet) atau lebih keras dan tahan panas (aditif berbasis *plastomer, elastomer, selulosa, filller*, atau penambahan aspalten seperti *asbuton, gilsonite, trinidad asphalt*, dan sebagainya.) atau aditif khusus dengan sifat beragam (jenis-jenis polimer tertentu) (Soehartono, 2014).

3.5.2 Modifikasi Aspal Dengan Penambahan Limbah Ban karet

Soehartono (2014) menyatakan *Re-used tyre rubber* atau karet bekas ban mobil yang diserut menjadi bubuk, dicampurkan ke dalam aspal. *Re-used* karet ban bekas ini sangat dianjurkan di Amerika karena memanfaatkan bahan bekas dan mengurangi tumpukan ban bekas yang menggunung dan dalam wujud limbah. Di Indonesia, industri aspal modifikasi baru tumbuh karena dituntut oleh kebutuhan. Kebutuhan untuk membuat jalan yang mampu bertahan lebih dari 10 tahun. Namun sampai saat ini belum ada alat teknologi yang dapat melarutkan bubuk ban bekas tersebut hingga tercampur secara merata dan berfungsi untuk meningkatkan kinerja aspal atau mengurangi jumlah aspal dalam rangka penghematan, kebanyakan bubuk ban bekas tadi berfungsi sebagai *filler* lunak yang menambah fleksibilitas campuran, tetapi banyak mengurangi kelengketan aspal terhadap batuan. Bahan-bahan yang di tambahkan ke aspal baku tadi tentu sangat mempengaruhi sifat dasar aspal baku, termasuk persyaratan aspal baku. Aspal modifikasi yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Persyaratan Aspal Modifikasi

| No. | Jenis Pengujian | Nilai Persyaratan |
|-----|---------------------------------------|-------------------|
| 1. | Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik (mm) | min 40 |
| 2. | Titik lembek, 2 inch, 100 gr (°C) | min 54 |
| 3. | Titik nyala, Cleveland opencup (°C) | min 232 |
| 4. | Kehilangan berat, 135°C, 5 hari (%) | max 1 |
| 5. | Kelarutan, karbon tetra klorida (%) | min 99 |
| 6. | Daktalitas, 25°C, 5 cm per detik (cm) | min 5 |

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga (2010)

3.6 Karakteristik *Marshall Test*

Marshall test merupakan tes untuk beton aspal, untuk mengetahui dan memenuhi sifat aspal beton sesuai dengan yang direncanakan. *Test marshall* akan diketahui berapa persen kandungan aspal yang diperlukan untuk gradasi batuan yang telah direncanakan, yang menghasilkan kuat tekan optimum. Pengujian *marshall* adalah metode untuk mengukur stabilitas dan kelelahan plastis campuran beraspal. Adapun beberapa parameter *Marshall Test* adalah stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), *MQ* (*Marshall Quotient*), *VITM* (*Void in The Total Mix*), *VFWA* (*Void Filled with Asphalt*), *VMA* (*Void in Mineral Aggregate*), dan kepadatan (*Density*). (Soehartono, 2014).

3.6.1 Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*rutting*), dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Nilai stabilitas yang dipakai dihitung dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

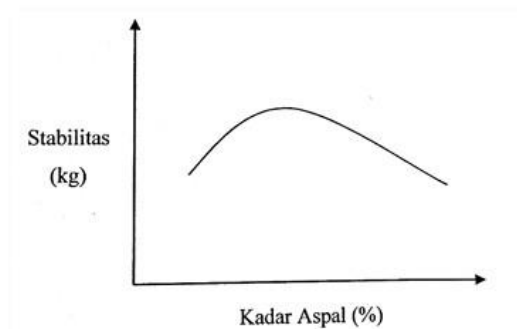
$$q = p \times s \quad (3.1)$$

Keterangan :

q = angka stabilitas

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

s = koreksi tebal benda uji

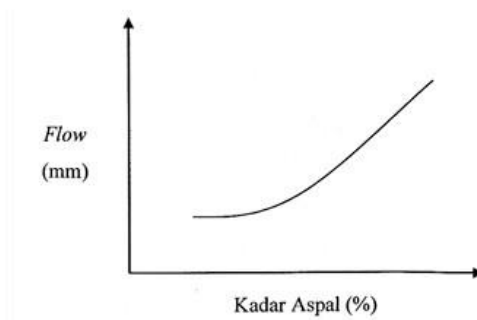


Gambar 3.1 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai *Stability*

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.6.2 Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan menunjukkan besar deformasi yang terjadi pada lapis keras akibat beban yang di terimanya. Nilai *flow* didapatkan dari pembacaan arloji *flow* saat *Marshall Test* berlangsung dalam satuan milimeter (mm). Adapun garfik hubungan kadar aspal dan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai *Flow*

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.6.3. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan (*Density*) merupakan berat campuran yang diukur tiap satuan volume. Meningkatnya kadar aspal diikuti oleh meningkatnya *density*, hal ini dikarenakan aspal melumasi partikel sehingga memudahkan usaha pemadatan untuk mendesak partikel saling berdekatan dan saling mengisi rongga. Nilai kepadatan atau *density* dapat dihitung dengan Persamaan 3.2 dan Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$g = \frac{c}{f} \quad (3.2)$$

$$f = d - e \quad (3.3)$$

Keterangan:

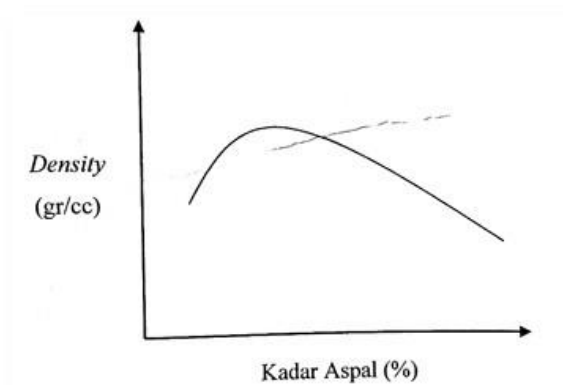
g = nilai *density* (gr/cc)

c = berat benda uji sebelum direndam (g)

d = berat benda uji dalam keadaan jenuh (g)

e = berat dalam air

f = volume benda uji (cm³)



Gambar 3.3 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai *Density*

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.6.4 *Marshall Quotient (MQ)*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai flow. Nilai *marshall quotient* pada perencanaan perkerasan dengan metode Marshall digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Semakin besar nilai MQ, maka campuran akan bersifat kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka lapisan akan bersifat lentur/plastis. Nilai *MQ* dapat diperoleh dari Persamaan 3.4, sedangkan grafik hubungan antara kadar aspal dan nilai *MQ* dapat dilihat pada Gambar 3.4.

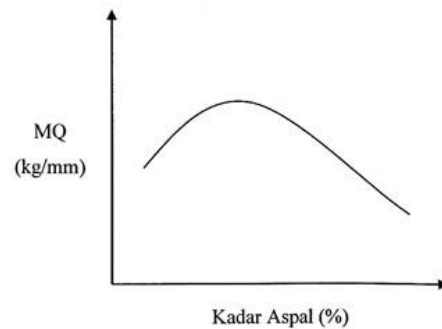
$$MQ = \frac{q}{r} \quad (3.4)$$

Keterangan :

MQ = nilai *Marshall Quotient*

q = nilai stabilitas (kg)

r = nilai *flow* (mm)



Gambar 3.4 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai MQ

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.6.5 VITM (Void in The Mix)

Nilai VITM (Void in The Mix) yaitu berkaitan dengan prosentase rongga dalam campuran diantara partikel berselimut aspal. Semakin besar jumlah rongga maka tingkat kepadatannya semakin rendah, dan begitu pula sebaliknya. Nilai VITM dapat diperoleh dari Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$n = 100 - \left(100 - \frac{g}{h}\right) \quad (3.5)$$

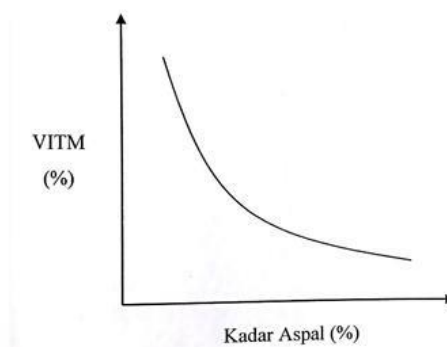
$$h = 100 - \left[\frac{100}{\left(\frac{\% \text{ Agregat}}{BJ \text{ Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{BJ \text{ Aspal}}\right)} \right] \quad (3.6)$$

Keterangan :

n = nilai VITM

g = berat isi sampel (gr/cc)

h = berat jenis maksimum teoritis campuran



Gambar 3.5 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai VITM

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.6.6 VFWA (Void Filled With Asphalt)

VFWA adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Nilai VFWA dapat diperoleh dari Persamaan 3.7 sampai Persamaan 3.11 sebagai berikut.

1. Persentase aspal terhadap campuran

$$b = \frac{a}{100+a} \times 100 \quad (3.7)$$

Keterangan :

a = persentasi aspal terhadap batuan

b = persentasi aspal terhadap campuran

2. Persentase aspal terhadap agregat

$$m = 100 \times \frac{i}{l} \quad (3.8)$$

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ Aspal}} \quad (3.9)$$

$$l = 100 - j \quad (3.10)$$

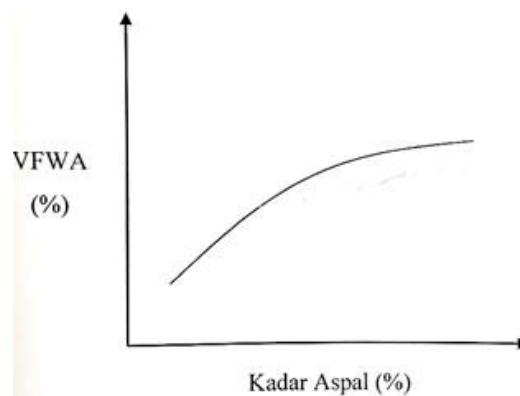
$$j = \frac{(100-b) \times g}{BJ \text{ Agregat}} \quad (3.11)$$

Keterangan :

m = VFWA (%)

g = berat isi sampel (gr/cc)

b = persentase aspal terhadap campuran



Gambar 3.6 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai VFWA

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.6.7 VMA (Void in Mineral Agregate)

VMA merupakan ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat) yang dinyatakan dalam persen terhadap volume. Nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal optimum. Bila nilai VMA naik, nilai *flow* akan naik, tetapi stabilitasnya akan menurun. Nilai VMA dapat diperoleh dari Persamaan 3.12 dan Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$l = 100 - j \quad (3.12)$$

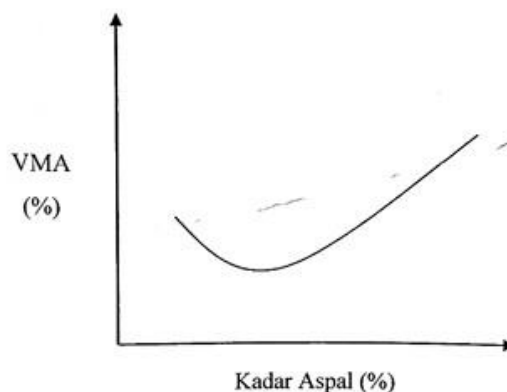
$$j = \frac{(100-b) \times g}{BJ \text{ Agregat}} \quad (3.13)$$

Keterangan :

l = nilai VMA (%)

b = presentase aspal terhadap campuran (%)

g = berat isi sampel (gr/cc)



Gambar 3.7 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai VMA

(Sumber : Sukirman, 1992)

3.7 Pengujian Permeabilitas

Permeabilitas pada aspal adalah kemampuan lapis perkerasan untuk mengalirkan air sehingga didapat permukaan yang kering. Permeabilitas pada aspal merupakan hal yang sangat penting dalam campuran beton aspal karena mempengaruhi konstruksi dan kekuatan beton aspal. Semakin kecil nilai permeabilitas, maka semakin sedikit air yang dapat masuk ke dalam konstruksi perkerasan beton aspal sehingga aspal akan lebih awet. Berdasarkan koefisien

permeabilitas, campuran aspal dapat diklasifikasikan menurut derajat permeabilitas. Emrizal (2009) dalam Juliansyah (2017) menetapkan pembagian aspal berdasarkan permeabilitas seperti pada Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3. 6 Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas

| k (cm/detik) | Permeabilitas |
|---------------------|---|
| 1×10^{-8} | <i>Impervious</i> (Kedap) |
| 1×10^{-6} | <i>Practically impervious</i> (Hampir Kedap) |
| 1×10^{-4} | <i>Poor drainage</i> (Drainasi Jelek) |
| 1×10^{-2} | <i>Fair drainage</i> (Drainasi Sedang) |
| 1×10^{-1} | <i>Good drainage</i> (Drainasi Baik) |

Sumber : Emrizal (2009) dalam Juliansyah (2017)

$$K = \frac{V \cdot L \cdot \gamma_{Air}}{P \cdot A \cdot T} \quad (3.14)$$

Keterangan :

- K = koefisien permeabilitas (cm/dtk)
- V = volume rembesan (cm³)
- T = lama waktu rembesan terukur (detik)
- L = panjang atau tinggi sampel (cm)
- P = tekanan air (kgcm/det²/cm²)
- A = luas penampang sampel (cm²)
- γ_{Air} = berat jenis air (gr/cm³)

3.8 Pengujian *Cantabro Test*

Cantabro test adalah test benda uji bekas silinder sampel Marshall test yang sudah tidak digunakan, dimasukan ke silinder alat test *Los Angeles*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi. Benda uji yang didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang dan minimal 6 (enam) jam sebelum pengujian suhu harus dijaga berada pada suhu ruang, sebelum benda uji dimasukkan kedalam drum mesin *Los Angeles*. Nilai karakteristik

Cantabro Test atau kehilangan berat dari benda uji dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.15 berikut ini.

$$L = \frac{M_o - M_i}{M_o} \times 100 \quad (3.15)$$

Keterangan :

L = persentase kehilangan berat (%)

M_o = berat sebelum diabrasi (gr)

M_i = berat setelah diabrasi (gr)