

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang *Fly Ash* Batubara dan Aspal Retona Blend 55 untuk Campuran Beraspal

Studi-studi mengenai perbandingan hasil parameter uji aspal Retona Blend 55 dan *fly ash* batu bara antara lain :

Adi (2017) melakukan penelitian menggunakan *fly ash* batubara sebagai bahan tambah pada *filler* dengan maksud untuk menganalisis karakteristik lapis perkerasan aspal beton. Metode penelitian ini tahap awal dengan melakukan pengujian *material coarse aggregate, medium aggregate, fine aggregate dan sand*. Langkah selanjutnya dengan pengujian material aspal dan pembuatan benda campuran benda uji ditambah aspal batu bara dan semen. Hasil dari penelitian ini diperoleh campuran menggunakan abu batubara dan semen sebagai *filler* dapat meningkatkan kualitas pada campuran AC-BC, kadar *filler* yang digunakan pada penambahan abu batubara 2% dan 3%.

Akem (2012) melakukan penelitian pengaruh suhu pemadatan penggunaan aspal Retona Blend sebagai bahan ikat HRS-WC. Suhu pemadatan yang ditinjau pada penelitian ini mulai dari 125-145°C. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan setelah persiapan bahan, personil maupun literatur. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan bahan agregat halus, agregat kasar, aspal dan campuran HRS-WC. Hasil pengujian ini dengan parameter *Marshall* dapat diketahui pengaruh suhu pemadatan pada suhu 135°C, 140 °C, 145 °C memenuhi syarat, sedangkan pemadatan pada suhu 125 °C, 130 °C tidak memenuhi syarat *Marshall*.

Chaira dkk. (2016) melakukan penelitian menggunakan Limbah kerak tanur cangkang sawit dan Aspal Retona Blend 55 sebagai bahan ikat pada campuran AC-WC untuk mengetahui sifat-sifat fisis material alternatif dan mengetahui karakteristik *Marshall* dan mengetahui kinerja campuran aspal beton AC-WC

(*Asphalt Concrete- Wearing Course*) dengan menggunakan material alternatif pengganti agregat halus. Penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan material limbah kerak tanur cangkang sawit, agregat batu pecah, *filler*, dan aspal Retona Blend 55. Langkah selanjutnya adalah pemeriksaan agregat dan pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal Retona Blend 55. Langkah berikutnya dengan pengujian *Marshall* test dan mencari Kadar aspal optimum yang di butuhkan. Dari hasil penelitian didapatkan hasil pengujian *Marshall* pada rendaman 30 menit dengan variasi 25%/75%, 50%/50%, 75%/25%, 100%/0% semuanya memenuhi persyaratan dan nilai durabilitas pada campuran AC-WC untuk semua variasi campuran kerak tanur cangkang sawit dan material batu pecah memenuhi persyaratan yaitu >80%.

Firdaus dkk. (2018) melakukan penelitian menggunakan agregat dari Kabupaten Simeulue dan bahan pengikat aspal Retona Blend 55 dan Aspal Penetrasi 60/70 untuk mengetahui ketahanan agregat Simeuleue dengan variasi persentase aspal Retrona Blend 55 dan aspal penetrasi 60/70 agar dapat menghasilkan perkerasan yang baik. Metode penelitian ini dimulai dengan persiapan dan pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal dan agregat selanjutnya pembuatan benda uji berdasarkan gradasi yang direncanakan untuk menentukan kadar aspal optimum menggunakan metode *Overlapping*. Dari hasil penelitian diperoleh hasil KAO campuran AC-WC menggunakan 100% RB, 100% 60/70, 80% RB/20% Pen, 65% RB/35% Pen, 50% RB/50% Pen, masing-masing sebesar 6,18%, 6,37%, 6,20%, 6,06% dan 6,06%. Dari hasil uji *Marshall* pada setiap KAO unuk semua variasi rendaman, menunjukkan nilai stabilitas untuk aspal Retona Blend 55 lebih tinggi dibanding aspal Penetrasi 60/70. Nilai *Flow* lebih tinggi disbanding aspal Retona Blend, sedangkan nilai VIM dan nilai MQ aspal Retona Blend lebih tinggi dibanding aspal penetrasi 60/70.

Kabbash dkk. (2014) melakukan penelitian menggunakan 3 jenis aspal yaitu aspal penetrasi 60/70, Retona Blend 55 dan polimer SBS pada campuran panas permukaan tipis untuk daerah panas dan gersang, dengan tujuan untuk mempelajari tentang aspal asbuton yang dimodifikasi untuk campuran aspal panas oleh permukaan overlay tipis. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode desain empiris eksperimen dengan percobaan yang dilakukan untuk memperoleh data. Data tersebut diolah untuk memperoleh perbandingan dari hasil dari setiap

jenis aspal. Hasil dari penelitian ini dari uji Marshall menunjukkan bahwa polimer SBS lebih stabil dari penetrasi aspal 60/70 dan Retona Blend 55. Kepadatan polimer SBS juga lebih tinggi disbanding yang lain, akan tetapi Retona Blend 55 mempunyai hasil yang lebih baik untuk setiap tes rata-rata yang dilakukan dalam penelitian ini, oleh karena itu dapat menjadi komposisi terbaik dari permukaan tipis untuk wilayah yang panas dan gersang dibanding dengan dua aspal lain yang diteliti.

Pratama dan Fauziah (2017) melakukan penelitian dengan aspal Retona Blend 55 sebagai bahan ikat pada campuran HRA dengan variasi durasi rendaman air laut. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Yang mengacu pada peraturan *British Standard 592* (1992), Bina Marga 2010 dan *American Association Of State Highway and Transport (AASHTO) 1990*. Pemeriksaan diawali dengan pengujian bahan, pengujian untuk mencari KAO, dengan benda uji triplo untuk 5 variasi kadar aspal dengan dua jenis aspal, sehingga butuh 30 benda uji. Tahap selanjutnya pelaksanaan rendaman air laut untuk 4 variasi durasi rendaman untuk pengujian *Marshall Standar, IRS, ITS, Permeabilitas*. Hasil penelitian ini didapatkan stabilitas Marshall pada campuran HRA dengan bahan ikat aspal Retona Blend 55 memiliki penurunan lebih kecil disbanding penurunan campuran dengan aspal Pen 60/70 setelah terendam air laut selama 192 jam. Nilai IRS dan ITS aspal Retona lebih baik disbanding aspal 60/70, namun nilai ITS pada campuran HRA dengan Retona menurun lebih tajam dibanding aspal Pen 60/70 setelah terendam air laut selama 192 jam.

Sumarji (2012) melakukan penelitian dengan aspal modifikasi Retona Blend 55 dengan tujuan memperoleh gambaran pengaruh penggunaan aspal Retona Blend 55 terhadap campuran HRS-B dan sifat-sifat Marshall-nya. Gradasi agregat yang digunakan adalah agregat senjang dengan kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%. Selanjutnya dilakukan pengujian bahan susun meliputi pengujian agregat, aspal penetrasi dan aspal Retona Blend 55. Langkah selanjutnya adalah membuat benda uji marshall dengan kadar aspal 6% sampai 8% selisih 0,5% baik untuk campuran aspal penetrasi maupun aspal asbuton, langkah selanjutnya setiap benda uji diuji untuk mengetahui sifat *Marshallnya*. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar aspal optimum 7,833% HRS-B dengan aspal asbuton tipe Retona Blend 55 KAO

7,984%. Dari uji *Marshall* aspal asbuton tipe Retona Blend 55 pada campuran HRS-B dapat meningkatkan stabilitas sebesar 18,731%. Sedangkan di brosur stabilitas naiknya hingga 30% dari aspal konvensional sehingga masih jauh dari yang dijanjikan dalam brosur.

Tarmizi dkk. (2018) melakukan penelitian menggunakan *fly ash* batubara dan semen Portland yang disubstitusi dengan abu batu untuk mengetahui karakteristik Marshall dari campuran beton *aspal Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Pelaksanaan penelitian ini pada tahap awal dengan melakukan pengujian material agregat yang akan digunakan, selanjutnya dilakukan pemeriksaan material aspal yang digunakan yaitu aspal penetrasi 60/70 dan dilanjutkan dengan perencanaan benda uji dengan analisis rendaman selama 30 menit dan 24 jam, tahapan terakhir yaitu dengan pengujian Analisis *Marshall*. Hasil dari penelitian ini didapatkan meningkatnya stabilitas pada variasi filler semen Portland, sedangkan variasi filler dengan *fly ash* batubara stabilitasnya menurun. Nilai durabilitas mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* batubara, sedangkan durabilitas pada kadar *filler* semen Portland terjadi kenaikan seiring bertambah kadar *filler*. Penggunaan *filler* semen Portland dan *fly ash* batubara memenuhi semua parameter *Marshall* kecuali durabilitasnya yang tidak tercapai.

Yanti dkk. (2017) melakukan penelitian dengan memanfaatkan *fly ash* sebagai bahan pengisi pada campuran AC-BC dengan maksud untuk mengetahui karakteristik nilai-nilai Marshall terhadap campuran AC-BC. Metode pengujian yang dilakukan meliputi pengujian Marshall yang dilakukan terhadap stabilitas benda uji *Marshall* dengan penambahan variasi presentase kadar filler yang direncanakan. Hasil dari penelitian ini diperoleh kadar aspal optimum 5,6%. Dengan menggunakan *fly ash* untuk *filler stability* dan *Marshall Quotient* semakin tinggi, akan tetapi nilai *flow* atau kelelahan terus menurun.

Zulfhazli dkk. (2016) melakukan penelitian dengan memanfaatkan abu batu bara sebagai filler pada campuran AC-BC dengan maksud untuk menganalisis perubahan nilai parameter Marshall dengan beberapa variasi campuran untuk mengetahui pengaruh yang terjadi pada campuran aspal beton AC-BC. Metode penelitian ini langkah awal dengan mengkaji data pustaka dilanjutkan dengan persiapan bahan dan pengujian sifat-sifat fisis agregat dan aspal. Langkah

selanjutnya penentuan KAO aspal dan dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk dilakukan pengujian *Marshall*. Hasil penelitian ini diperoleh kadar aspal optimum 5%, dari pengujian *Marshall* menunjukkan semakin bertambah presentase kadar *filler* abu batu bara dalam campuran AC-BC maka semakin menurun nilai stabiitas, namun nilai *flow* semakin meningkat.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Jalan**

Definisi jalan Menurut Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan yang diundang-undangkan setelah UU No 38 mendefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/ atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

Jalan adalah bagian aspek yang sangat penting sejak jaman dahulu hingga sekarang. Saat belum ditemukanya roda hingga saat ini muncul berbagai inovasi kendaraan. Menurut undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2004 Jalan umum adalah jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas umum sedangkan jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

### **2.2.2. Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan *subgrade* dan roda kendaraan, yang berguna untuk meberikan pelayanan sarana transportasi, dan selama masa pelayanan umur rencana diharapkan tidak ada kerusakan yang berarti (Sukirman, 2003). Fungsi utama perkerasan adalah melindungi lapisan tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasan agar tidak mengalami tegangan dan regangan yang berlebih yang diakibatkan oleh beban lalu lintas (Hardiyatmo, 2015).

Menurut Sukirman (1999), Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas:

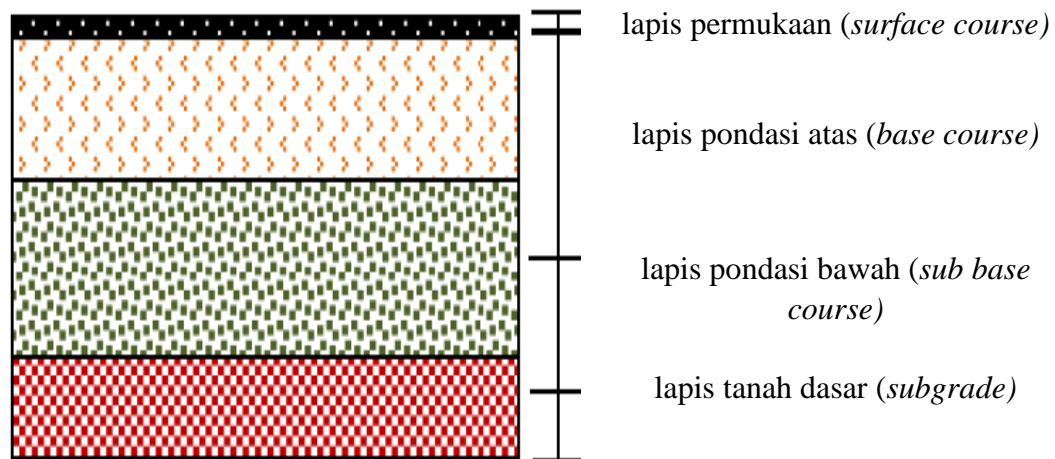
1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal untuk bahan pengikatnya. Lapisan- lapisan perkerasanya

berfungsi untuk menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*)

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) merupakan perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan diatas tanah dasar (*subgrade*) dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas pada konstruksi perkerasan ini sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) merupakan kombinasi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

#### 2.2.2.1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Struktur perkerasan lentur terdiri atas lapisan-lapisan yang diletakan diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang sudah dipadatkan. Lapisan tersebut berguna memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang berada dibawahnya. Menurut Sukirman (1999), Susunan bagian perkerasan jalan umumnya terdiri atas lapisan permukaan (*surface course*), Lapisan pondasi atas (*base course*), Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*). Susunan lapis perkerasan jala sesuai Gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur (Sukirman, 1999).

1. Tanah dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah tanah dengan ketebalan tertentu yang dipadatkan. Tanah dasar berguna untuk alas/pondasi jalan, terdiri dari material dalam galian

atau urugan dipadatkan dengan kedalaman tertentu dibawah dasar struktur perkerasan. Semakin kaku perkerasan, maka penyebaran tekanan roda ke tanah dasar semakin kecil. Untuk itu, kedalaman tanah dasar (*subgrade*) bervariasi tergantung pada besarnya beban dan tipe perkerasan (Hardiyatmo, 2015).

Menurut Hardiwiyo (2013), Urugan tanah dasar (*Subgrade*) berupa tanah asli yang telah dipadatkan apabila tanah aslinya baik, atau dapat berupa tanah urugan yang didapat dari daerah lain atau tanah yang sudah distabilisasi dan lain sebagainya. Ditinjau dari tanah asli lapisan *subgrade* dibedakan menjadi ;

- a. Lapisan tanah dasar, tanah galian
- b. Lapisan tanah dasar, tanah urugan
- c. Lapisan tanah dasar, tanah asli

## 2. Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah merupakan bagian dari struktur perkerasan *flexible pavement* yang letaknya dibawah lapis pondasi atas dan diatas lapisan tanah dasar. Biasanya terdiri dari lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang sudah dipadatkan, distabilisasi maupun tidak.

Menurut Hardiwiyo (2013), Lapis pondasi bawah berguna untuk :

- a. Lapis peresapan , supaya air tanah tidak berkumpul di pondasi
- b. Bagian dari konstruksi perkerasan yang berguna menyebarkan roda ke tanah dasar.
- c. Sebagai lapisan pelindung *subgrade* dari beban roda roda alat berat akibat lemahnya daya dukung tanah dasar pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan.
- d. Lapis pelindung *subgrade* dari pengaruh cuaca terutama hujan.
- e. Mencegah partikel-partikel halus dari *subgrade* naik ke lapis pondasi atas.

## 3. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas merupakan bagian dari struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang terletak langsung dibawah lapis permukaan. Lapisan ini dibangun diatas lapis pondasi bawah, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah maka langsung diatas *subgrade*. Menurut Hardiwiyo (2013), lapisan pondasi atas ini berguna untuk :

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya
  - b. Bantalan terhadap lapisan permukaan
4. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan pada struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari campuran mineral agregat dan juga bahan pengikat yang terletak dibagian lapisan paling atas ditempatkan diatas lapis pondasi atas . Lapisan ini langsung bersentuhan dengan beban roda kendaraan.

Menurut Hardiwiyo (2013), fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan.
- b. Lapisan yang langsung menahan akibat rem kendaraan (lapis aus).
- c. Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya.

#### **2.2.2.2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)**

Perkerasan kaku atau secara umumnya disebut perkerasan jalan beton semen, pada perkerasan ini terdiri dari plat (*slab*) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) diatas *subgrade*. Pada konstruksi *rigid pavement*, plat beton disebut juga lapis pondasi karena masih memungkinkan adanya lapisan aspal beton diatasnya yang berguna untuk lapisan permukaan. Perkerasan kaku memiliki *modulus elastisitas* yang tinggi dan akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri (Hardiwiyo, 2013).

#### **2.2.2.3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)**

Perkerasan komposit adalah gabungan dari konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapis permukaan lentur (*flexible pavement*) diatasnya, pada konstruksi ini kedua jenis konstruksi perkerasan ini bekerjasama sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu maka diperlukan persyaratan ketebalan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup dan dapat mencegah retak refleksi dari



perkerasan beton dibawahnya. Konstruksi perkerasan komposit umumnya memiliki kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan lain (Hardiwiyono, 2013).

### **2.2.3. Aspal Asbuton**

Aspal Asbuton merupakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton. Lokasi tambang asbuton ada dua yaitu Kabungka dan Lawele, yang merupakan batu batuan yang mengandung aspal (*rock asphalt*) yang ditemukan sejak tahun 1920, dengan cadangan 600 juta ton aspal asbuton cadangan aspal alam terbesar di dunia (Soehartono, 2013).

Aspal asbuton adalah campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Kadar bitumen yang terkandung dalam aspal asbuton sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Berdasarkan kadar bitumen yang dikandungnya aspal asbuton dibedakan atas B10,B13,B20,B25,dan B30. Aspal buton B20 adalah aspal buton dengan kadar bitumen rata-rata 20% (Sukirman, 1999).

### **2.2.4. Retona Blend 55**

Aspal Retona Blend 55 merupakan olahan dari aspal alam yang diperkenalkan oleh PT. Olah Bumi Mandiri. Aspal Retona Blend 55 adalah hasil ekstraksi aspal alam dari pulau buton. Aspal ini merupakan modifikasi/hasil dari campuran antara aspal minyak penetrasi 60 dan penetrasi 80 dengan asbuton hasil olahan semi ekstraksi (*refinary buton asphalt*). Aspal buton ini dimanfaatkan untuk mengatasi kelemahan aspal minyak 60/70 ( Chaira dkk., 2016).

Menurut Bina Marga dalam Sumarji (2009) Aspal Retona Blend 55 mempunyai beberapa keunggulan diantaranya:

1. Kekuatan adhesi dan kohesi yang tinggi, tahan terhadap air.
2. Usia pelayanan lebih lama (minimal dua kali)
3. Mudah digunakan seperti aspal biasa
4. Material asing telah dihilangkan dalam proses
5. Stabilitas Marshall naik hingga 30%
6. Stabilitas dinamis naik hingga 400 % (rata-rata diatas 3000 lintasan/menit)
7. Meningkatkan kestabilan, ketahanan fatigue dan keretakan terhadap temperatur.

### 2.2.5. Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)

Beton aspal HRS merupakan beton aspal dengan gradasi senjang, merupakan modifikasi dari teknologi HRA (Hot Rolled Asphalt, BS 594) dari Inggris yang dikenalkan ke Indonesia pada tahun 1980. Gradasi pada HRS beberapa batu pecah sengaja dihilangkan agar membentuk rongga batuan, sehingga jumlah aspal dapat ditingkatkan dari 5,5% menjadi sekitar 7% (Soehartono, 2013).

Menurut Hardiyatmo (2015), Laston atau *Hot Rolled Sheets* (HRS) yang memiliki gradasi senjang merupakan campuran aspal dengan kadar aspal yang relative lebih tinggi daripada jenis laston. Tujuan dari penggunaan kadar aspal yang tinggi supaya perkerasan mempunyai fleksibilitas tinggi, awet dan tahan terhadap kelelahan. Pada Ukuran agregat antara 2,36 mm dan ukuran 0,6 mm, mengakibatkan campuran aspal yang dihasilkan cenderung menjadi jenis aspal bergradasi relatif halus, serta kadar aspal yang berlebihan. Campuran ini mudah mengalami deformasi plastis yang berupa alur (*rutting*) pada permukaan perkerasan akibat beban lalu lintas berat, akan tetapi campuran ini lebih tahan terhadap retak.

### 2.2.6. Agregat

Agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang merupakan bahan utama untuk struktur jalan, agregat dapat berupa pasir, butir-butir batu pecah dan mineral lain baik yang berasal dari buatan maupun dari alam. Lapis perkerasan mengandung 90- 95% agregat berdasarkan persen berat, atau 75-85 % agregat berdasarkan volume. Agar tidak mengurangi kinerja campuran maka agregat hendaknya harus bersih dari kotoran, bahan-bahan organik dan juga bahan lain yang tidak dikehendaki. Dengan demikian kualitas pada perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lainnya (Hardiyatmo, 2015).

Menurut Hardiyatmo (2015), Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan untuk memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Sifat-sifat penting dalam yang menentukan kinerja kualitas perkerasan jalan, adalah:

## 1. Gradasi

Gradasi agregat merupakan hal yang penting dalam campuran beraspal karena dapat memberikan kinerja kualitas dari perkerasan jalan tersebut. Semua lapis permukaan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Gradasi menunjukkan kombinasi ukuran butiran dari volume agregat tertentu. Terdapat beberapa kategori gradasi butiran :

- a. Gradasi baik (*well graded*)/gradasi padat (*dense graded*).
- b. Gradasi terbuka (*open graded*)
- c. Gradasi senjang (*gap graded*)
- d. Gradasi seragam (*uniform graded*)

## 2. Bentuk Butiran

Bentuk butiran mempengaruhi kestabilan perkerasan. Bentuk butiran mungkin kubikal, Panjang, pipih atau bulat. Bentuk butiran menyudut akan mempunyai angka gesek dalam (*internal friction*) yang tinggi dan saling mengunci sehingga konstruksi lebih stabil. Pada campuran aspal dari agregat bulat mudah berdeformasi dan tidak cocok untuk perkerasan yang volume lalu lintasnya tinggi dan lalu lintas dengan beban berat.

## 3. Kekerasan

Kekerasan agregat merupakan kekuatan ketahanan terhadap degradasi dan abrasi. Degradasi dapat timbul pada waktu pengolahan dan pemadatan campuran beraspal. Kekerasan pada agregat diukur dari persen kehilangan material saat dilakukan uji abrasi (uji *Los Angeles Abrasion*). Syarat kehilangan material maksimum pada saat abrasi berkisar 35% untuk lapis permukaan (*surface course*) dan 45% untuk lapis pondasi (*base course*). Lapis permukaan lebih berhubungan langsung dengan lalu-lintas daripada lapis pondasi.

## 4. Keawetan

Keawetan merupakan kemampuan bahan perkerasan guna menahan keausan terhadap pengaruh cuaca, yaitu air dan perubahan suhu, atau keausan akibat beban dari gesekan roda kendaraan. Keawetan atau durabilitas adalah sama dengan kekerasan dengan ditambahkan syarat bahwa agregat harus tahan terhadap degradasi akibat perubahan cuaca atau semacamnya (aksi beku-cair atau yang lain).

#### 5. Tekstur permukaan

Tekstur permukaan partikel agregat mempengaruhi kemudahan dalam dikerjakan (*workability*) dan keawetan campuran beraspal. Agregat halus akan lebih mudah dikerjakan, tapi tekstur agregat yang lebih kasar akan membentuk ikatan yang lebih kuat dengan aspal dan menambah kekuatan campuran.

#### 6. Kebersihan

Kebersihan dalam agregat menunjukkan tidak ditemukannya material yang bersifat merusak didalam agregat. Yang termasuk material yang dapat merusak antara lain lapisan lempung, gumpalan lempung, serpih, vegetasi dan material lainnya yang bersifat mengganggu kinerja campuran.

#### 7. Penyerapan (*absorption*)

Penyerapan (*absorption*) agregat merupakan banyaknya jumlah air yang diserap oleh agregat pada saat direndam. Agregat yang memiliki banyak pori-pori akan lebih banyak menyerap aspal. Agregat bersifat *hydrophilic* mudah menyerap air, oleh karena itu agregat akan menyerap aspal pengikat lebih sedikit daripada air. Agregat berpori membutuhkan aspal pengikat yang lebih banyak untuk kinerja campuran yang baik.

#### 8. Adhesi

Adhesi merupakan daya Tarik menarik antara agregat dengan aspal. Agar tidak terdegradasi karena adanya air, aspal harus dapat melapisi permukaan agregat. Agregat yang menyerap air berlebih dapat menghilangkan lapis film aspal dari permukaan agregat (*stripping*). *Stripping* menyebabkan disintegrasi pada perkerasan aspal, dalam bentuk pelepasan butir (*raveling*).

#### 9. Tahanan Gelincir

Tahanan gelincir atau kekesatan perkerasan dipengaruhi oleh tekstur agregat, khususnya agregat kasar. Kekesatan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap pengikisan permukaanya. Reduksi tahanan gelincir jalan disebabkan oleh lalu lintas dengan kecepatan dan volume yang tinggi sehingga dapat mengikis agregat.

### 2.2.7. Fly Ash Batubara

*Fly Ash* batu bara merupakan limbah industri yang berbentuk partikel halus dari endapan tumpukan bubuk hasil pembakaran batu bara yang dikumpulkan

menggunakan alat *elektrotastik presipirator*. Dikarenakan ukuran *fly ash* batu bara yang sangat halus sehingga abu terbang batu bara dapat dijadikan sebagai mineral *filler*. Dari penelitian-penelitian terdahulu abu terbang batu bara mengandung unsur pozzolan, yang dapat berguna untuk bahan pengisi rongga dan bahan pengikat aspal (Tahir, 2009).

Melihat beberapa kelebihan yang dimiliki abu terbang batu bara, diharapkan *fly ash* batu bara dapat digunakan sebagai alternative bahan campuran pada aspal asbuton yang bisa digunakan untuk pengisi rongga dan juga sebagai bahan pengikat aspal. Sehingga yang dulunya *fly ash* batu bara merupakan bahan buangan dapat dimanfaatkan sebagai bahan filler alternative untuk konstruksi jalan raya.

#### **2.2.8. Bahan Penyusun Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)**

*Wearing Course* adalah lapisan dari perkerasan jalan yang terletak paling atas yang berguna untuk lapisan tempat bergeseknya roda kendaraan dengan perkerasan dan juga berfungsi sebagai lapis aus sekaligus lapis penutup. Pada lapisan ini terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal sebagai bahan pengikatnya. Sebagai lapis aus sebaiknya bersifat lentur agar dapat menerima gerakan lapis dibawahnya tanpa mengalami retak.

##### **2.2.8.1. Agregat**

Agregat adalah komponen utama dalam struktur perkerasan jalan. Pada lapis perkerasan jalan kualitasnya juga dipengaruhi oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Agregat memiliki fungsi yang sangat penting pada struktur perkerasan jalan, dimana agregat mempunyai proporsi terbesar dalam campuran, umumnya berkisar antara 90%-95% agregat berdasarkan berat, atau 75%-85% berdasarkan presentase volume.

##### **a. Agregat Kasar**

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan 4,75mm dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.8 (2,36). Agregat kasar untuk campuran perkerasan haruslah terdiri dari partikel yang keras dan awet. Agregat yang digunakan hendaknya berasal dari sumber dan jenis yang sama untuk menjamin keseragaman campuran. Agregat kasar harus memiliki angularitas sesuai yang didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar

dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji menurut BSN (2008a) dengan kode SNI 1969 : 2008 dan harus memenuhi spesifikasi seperti yang disyaratkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan agregat kasar (Bina Marga, 2010)

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI	Maks. 12%
	magnesium sulfat	3407:2008	Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	Maks. 6 %
		500 putaran	Maks. 30%
Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 8%
	500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan agegat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619:2012	95/90
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks.10 %
Material lolos Ayakan No. 200		SNI 03-4142 1996	Maks. 2%

## 2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan material yang lolos saringan 4,75 mm dengan agregat ukuran terkecil tertahan pada saringan no.200 yang terdiri dari partikel pasir atau batu pecah halus. Agregat halus berguna untuk pengisi ruang antar butir agregat kasar dan meningkatkan stabilitas campuran melalui saling mengunci *interlocking* antar butir. Pada konstruksi campuran HRS agregat halus merupakan komponen yang terbesar sehingga dapat mempengaruhi kinerja pada konstruksi perkerasan jalan. Persyaratan dalam agregat halus ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan Agregat Halus (Bina Marga, 2010)

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min 45%
Agregat lolos ayakan no.200	SNI ASTM C117:2012	Maks 10%
Kadar lempung	SNI 03-4141-1996	Max 1%

### 2.2.8.2. Aspal

Menurut Hardiyatmo (2015) Aspal adalah material pembentuk lapis permukaan dari perkerasan lentur maupun perkerasan komposit. Aspal juga digunakan untuk bahan pengikat dalam stabilisasi tanah dasar atau lapis pondasi. *Asphalt* merupakan material hasil penyaringan minyak mentah dan merupakan hasil dari industri perminyakan. Aspal adalah material yang berfungsi untuk perekat, yang berwarna coklat gelap sampai hitam, dengan unsur pokok yang dominan adalah bitumen. Sebagai bahan untuk campuran pada perkerasan aspal harus memiliki kinerja, kekuatan dan keawetan yang memadai, oleh karena itu pemilihan macam aspal harus dipertimbangkan terhadap tinjauan jenis, sifat-sifat dan maksud penggunaannya yang terkait syarat teknis dan kondisi di lapangan.

Menurut Sukirman (2003) penggunaan aspal dalam konstruksi perkerasan memiliki fungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat, memberikaan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antar aspal itu sendiri
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri

Aspal yang digunakan dalam campuran beraspal lataston (HRS-WC) adalah aspal keras, aspal modifikasi asbuton atau menggunakan aspal penetrasi 60/70 yang memenuhi spesifikasi persyaratan sesuai dengan table 3.3. Menurut Hardiyatmo (2015) Aspal keras adalah semen aspal yang dalam penggunaannya dipanaskan lebih dulu hingga menjadi cair sampai suhu tertentu, dan berbentuk padat pada suhu ruang sekitar 25°-30°C. Kadar aspal pada campuran lataston merupakan perbandingan antara presentase berat aspal terhadap berat total campuran agregat.

Berat presentase tersebut akan ditentukan dari hasil perhitungan pada benda uji pemeriksaan kadar aspal optimum. Untuk mengetahui aspal pada jenis tertentu atau kelas grade tertentu dan untuk memudahkan mengenal sifat-sifat dasarnya dan menetapkan cara kerja atau jenis konstruksi yang paling sesuai untuk mengerungangi resiko kegagalan maka dilakukan pemeriksaan tes standar bahan aspal. Pemeriksaan aspal tersebut antara lain:

a. Pemeriksaan Penetrasi

Nilai penetrasi dapat diketahui dari uji penetrasi menggunakan alat *Penetrometer* pada suhu 25°C dengan beban 100 gram selama 5 detik, dilakukan sebanyak 5 kali. Penelitian ini menggunakan aspal asbuton modifikasi Retrona Blend 55 yang mengacu pada spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3). Menurut Soehartono (2013) Angka penetrasi aspal modifikasi disbanding aspal biasa (aspal 60/70) diturunkan menjadi 50 dengan alasan meningkatkan titik lembek dengan aditif apapun yang dikenal sampai saat ini, akan selalu berakibat menurunnya angka penetrasi.

b. Pemeriksaan Titik Lembek

Pemeriksaan titik lembek aspal digunakan untuk mengetahui nilai temperature saat bola baja mendesak turun lapisan aspal yang ada pada cincin, Sehingga aspal menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada jarak 25,4 mm akibat kecepatan pemanasan tertentu. Titik lembek dalam aspal bervariasi antara 30 °C sampai 200 °C, dua aspal yang memiliki penetrasi yang sama belum tentu mempunyai titik lembek yang sama. Titik lembek aspal yang tinggi mengakibatkan aspal kurang peka terhadap perubahan temperatur, aspal dengan titik lembek yang tinggi lebih cocok apabila digunakan sebagai bahan pengikat pada konstruksi perkerasan lentur. (Spesifikasi Bina Marga tahun 2010 (revisi 3).

Menurut Soehartono (2013) titik lembek kebutuhan aspal dengan titik lembek tinggi sudah dibuktikan melalui beberapa proyek yang berlokasi di Jakarta (jalan tol dalam kota) dan jalan diwilayah pantura, dimana dengan menggunakan aspal biasa yang titik lembeknya di sekitar 48 °C akan menderita deformasi alur, oleh karena itu sebaiknya untuk menggunakan aspal dengan



penetration index nol atau positif, bila angka penetrasi ditetapkan 50 harus dicapai titik lembek minimal 55 °C, lebih tinggi lebih baik.

c. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Penurunan berat minyak dan aspal merupakan selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan pada tebal tertentu dan suhu tertentu. Pemeriksaan kehilangan berat minyak dan aspal ini berguna untuk mengetahui stabilitas aspal setelah pemanasan dan berguna untuk mengetahui perubahan sifat fisik aspal selama dalam pencampuran panas di *Asphalt Mixing Plant* (AMP) pada suhu  $\pm 163$  °C yang dinyatakan dengan penetrasi, daktilitas dan kekentalan. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

d. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Pengujian daktilitas merupakan pengujian untuk menentukan keplastisan suatu aspal. Pengujian ini dilakukan dengan cara menarik benda uji berupa aspal dengan kecepatan 50mm/menit pada suhu 25 °C dengan angka toleransi  $\pm 5\%$ . Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

e. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar ini digunakan untuk mengetahui nilai titik nyala dan titik bakar dimana suhu maksimum dapat diketahui dalam memanaskan aspal sebelum aspal terbakar. Pada pemeriksaan ini diperoleh suhu pada saat nyala pertama pada permukaan aspal dan suhu pada saat aspal terbakar. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

f. Elastisitas

Elastisitas adalah perbandingan antara Panjang aspal setelah mengalami elastisitas selama satu jam dengan Panjang penarikannya dinyatakan dalam persen. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

g. Pemeriksaan Berat jenis Aspal

Pemeriksaan berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu (25 °C atau 15,6 °C).

Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

Aspal dalam lapis permukaan jalan harus dapat memberikan ketahanan dan kekuatan dalam campuran aspal agar dapat mendukung beban lalu lintas kendaraan, Oleh karena itu aspal harus dapat mengikat antar butiran agregat agar terbentuk material yang padat. Selain untuk mengikat partikel-partikel agregat aspal juga berguna untuk mengisi rongga-rongga antar agregat. Kadar aspal yang ditambahkan dalam campuran lebih rendah dari kadar aspal optimum akan mengakibatkan berkurangnya keawetan, kekuatan, kelenturan, kekuatan terhadap air dan mengurangi kemudahan dikerjakan (*workability*). Tetapi, bila aspal terlalu banyak juga akan mengakibatkan stabilitas dan kekakuan campuran yang rendah (Hardiyatmo, 2015).

Penelitian ini menggunakan aspal modifikasi asbuton yang diproses yaitu aspal Retona Blend 55 yang mengacu pada spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan, Departemen Pekerjaan Umum 2010 (revisi3), seperti yang disajikan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Persyaratan Aspal Modifikasi Asbuton (Bina Marga, 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Pene- trasi 60/70	Satuan	Tipe II Aspal yang dimodifikasi	
					A Elastom er Sintetis	B Asbuton yang diproses
1	Penetrasi  (25°C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	60-70	0,1 mm	Min 40	Min 50
2	Viskositas Dinamis	SNI 06-6441-2000	160- 240	60°C	320-480	240-360
3	Viskositas kinemis	SNI 06-6441-2000	>300	135°C	<3000	385-2000
4	Titik Lembek  (ring ball)	SNI 2434:2011	>48	°C	> 54	> 53
5	Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	>232	°C	>232	>232

Tabel 2.3 (lanjutan)

No	Jenis Pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Pene- trasi 60/70	Satuan	Tipe II Aspal yang dimodifikasi	
					A Elastomer Sintetis	B Asbuton yang diproses
6	Daktilitas (25°C, 5 cm/menit)	SNI 2432 : 2011	>100	% berat	>100	>100
7	Kelarutan dlm trichloethy	AASHTO 144-03	>99	% berat	>99	>99
8	Berat Jenis (25°C)	SNI 2441 : 2011	>1,0	gr/cc	>1,0	>1,0
9	Stabilitas penyimpanan perbedaan titik lembek	ASTM D 5976 part 6.1	-	°C	<2,2	<2,2
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micron Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-03-6835-2002)	-	-	% berat		Min 95
11	Berat yang hilang	SNI 06-2441-1991	<0,8	% berat	<0,8	<0,8
12	Viskositas dinamis	SNI 03-6441-2000	<800	°C	<1600	<1200
13	Penetrasi pada 25 °C	SNI 06-2456-1991	>54	% berat	>54	>54
14	Daktalitas pada 25 °C	SNI 2432 : 2011	>100	Cm	>25	>50
15	Keelastisan setelah pengembalian	AASHTO T 301-98	-	% berat	>60	

### 2.2.8.3. Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi (*filler*) merupakan agregat halus dengan partikel yang umumnya lolos pada saringan no.200 atau lebih kecil dari saringan 0,075. Material- material yang bisa digunakan untuk *filler* antara lain kapur hidrat, abu terbang, abu batu dan semen Portland. *Filler* berguna untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran, mengurangi jumlah rongga udara pada campuran dan menambah titik kontak jumlah butiran. Jumlah filler ideal antara 0.6 sampai 1.2, yaitu perbandingan prosentase filler dengan prosentase kadar aspal dalam campuran atau lebih dikenal dengan istilah *Dust Proportion* (Sukirman, 2003).

### 2.2.9. Pembagian Butir Agregat

Menurut Hardiyatmo (2015) Pembagian gradasi pada agregat dan bentuk partikel adalah hal yang paling penting dalam campuran beraspal, Karena akan memberikan kontribusi kinerja pada campuran perkerasan aspal. Bentuk butiran pada agregat bermacam-macam anantara lain kubikal, Panjang, pipih atau bulat. Campuran aspal yang agregatnya berbentuk bulat akan menyebabkan mudah

terdeformasi sehingga tidak cocok untuk perkerasan dengan volume lalu-lintas tinggi dan lalu lintas dengan beban berat. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam campuran agregat.

Menurut Hardiyatmo (2015) kategori gradasi agregat dibedakan menjadi 4 jenis yaitu :

1. Gradasi baik (*well graded*)

Gradasi baik (*well graded*) atau gradasi padat (*dense graded*) merupakan gradasi butiran yang bervariasi campuran butirannya dari yang terbesar sampai yang terkecil, sehingga menghasilkan campuran yang padat dengan stabilitas tinggi. Gradasi yang baik dan bentuk butiran yang bergerigi atau tidak beraturan, mempunyai tahanan geser yang tinggi. Pada gradasi agregat yang padat dapat memberikan rongga antar butiran yang kecil, beton aspal akan memiliki permukaan yang halus.

2. Gradasi Terbuka (*open graded*)

Gradasi terbuka (*open graded*) adalah gradasi butiran yang variasi ukuran butirannya tidak mempunyai satu atau lebih ukuran butiran tertentu, butiran bergradasi terbuka memiliki butiran kasar yang lebih banyak, sehingga akan menghasilkan rongga antar butiran yang besar pula. Agregat yang memiliki gradasi terbuka akan menghasilkan permukaan permukaan beton aspal yang tahan terhadap penggelinciran (kasar).

3. Gradasi Senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang (*gap graded*) merupakan gradasi butiran yang ukuran tengahnya dibuang, sehingga menghasilkan rongga yang cukup besar. Ukuran rongga yang cukup besar dapat memungkinkan aspal lebih banyak masuk ke dalam campuran perkerasan. Perbedaan gradasi senjang dibandingkan dengan gradasi terbuka, yaitu gradasi senjang memiliki butiran kasar yang lebih sedikit (butiran kecil dominan), sehingga bila dicampur aspal akan berkelakuan seperti adukan semen.

4. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam (*uniform graded*) merupakan gradasi butiran yang ukuran butirannya seragam atau hampir sama.

Pada campuran HRS – WC digunakan agregat dengan gradasi dengan gradasi senjang (*gap graded*). Dengan karakteristik campuran HRS-WC yang bergradasi halus, maka akan diperoleh rongga dalam agregat yang lebih besar. Untuk HRS – WC dan HRS – *Base*, paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No. 8 (2,36 mm) harus juga lolos ayakan No. 30 (0,600 mm). Seperti terlihat pada contoh batas-batas ‘‘bahan bergradasi senjang’’ yang lolos ayakan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan ayakan No. 30 (0,600 mm) dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 Gradasi agregat gabungan untuk campuran Lataston (HRS-WC) (Bina Marga, 2010)

Ukuran Ayakan (mm)		% Berat Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran			
		HRS-WC			
Inchi	Mm	Gradasi Senjang		Gradasi Semi Senjang	
		<i>Base</i>	<i>Wearing Coarse (WC)</i>	<i>Base</i>	<i>Wearing Coarse (WC)</i>
1½	37,5	-	-	-	-
1	25	-	-	-	-
¾	19	100	100	100	100
½	12,5	90-100	90 – 100	90-100	90-100
⅜	9,5	65-90	75 – 85	55-70	55-88
No.40	4,75	-	-	-	-
No.8	2,36	35-55	50 – 72	32-44	50-62
No.16	1,18	-	-	-	-
No.30	0,6	15-35	35 – 60	15-35	20-45
No.50	0,3	-	-	5-35	15-35
No.100	0,15	-	-	-	-
No.200	0,075	2-9	6 – 10	4-8	6-10

### 2.2.10. Metode Pengujian Material

#### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan batu pecah atau kerikil yang diperoleh dari industri pemecah batu yang memiliki ukuran butir antara 4,75 mm (no.4) sampai 40 mm (No.1½ inchi). Berikut beberapa pengujian agregat kasar antara lain :

##### a. Berat Jenis Curah Kering

Dalam perhitungan berat jenis curah kering ( $S_d$ ) ini sesuai standar BSN (2008a) dengan kode SNI 1969-2008 dihitung dengan persamaan sebagai

berikut :

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{A}{(B-C)} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat Benda Uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

C = Berat Benda Uji dalam air (gram)

b. Berat Jenis Curah (Jenuh Kering Permukaan)

Dalam perhitungan berat jenis curah kering permukaan ( $S_s$ ) ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis Curah (Jenuh Kering Permukaan)} = \frac{B}{(B-C)} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan,

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

C = berat benda uji dalam air (gram)

c. Berat Jenis Semu

Dalam perhitungan berat jenis semu ( $S_a$ ) ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{(A-C)} \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

C = berat benda uji dalam air (gram)

d. Penyerapan Air

Dalam perhitungan persentase penyerapan air ( $S_w$ ) ini sesuai standar SNI 1969-2008 dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

e. Keausan Agregat dengan mesin *Los Angeles*

Keausan Agregat dengan mesin *Los Angeles* adalah pengujian untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara

berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan BSN (2008c) dengan kode SNI 2417-2008 tentang cara uji keausan dengan mesin abrasi *Los Angeles* Untuk menghitung keausan agregat maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan,

A = berat benda uji semula (gram)

B = berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70mm) (gram)

## 2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan butir-butir pecah atau pasir alam yang dihasilkan oleh industri pemecah batu yang mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No.4) Pengujian dilakukan berdasarkan BSN (2008b) dengan kode SNI 1970-2008 tentang pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir. Berat jenis agregat halus dapat dihitung dengan cara alternatif menggunakan piknometer dengan cara, menghitung jumlah air yang dibutuhkan untuk mengisi piknometer pada temperatur yang ditentukan secara volumetrik dengan menggunakan buret yang ketelitiannya 0,15 mL. Hitung berat total piknometer, benda uji dan air dengan rumus :

$$C = 0,9975 \cdot V_a + S + W \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan,

C = berat piknometer, benda uji dan air pada batas pembacaan (gram)

V<sub>a</sub> = volume air yang dimasukkan kedalam piknometer (mL)

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

W = berat piknometer kosong (gram)

Langkah alternatif lainnya menggunakan labu *Le Chatelier* adalah dengan mengisi labu tersebut dengan air sampai pada diposisi garis yang berada diantara 0 dan 1 mL. Catat pembacaan ini pada temperature (23±2)°C. Masukkan 55 gram agregat halus kondisi jenuh kering permukaan ke dalam labu. Setelah semua agregat halus dimasukkan, pasang tutup labu dan putar labu dengan sedikit

memiringkan untuk mengeluarkan gelembung udara yang terjebak, lanjutkan hingga tidak ada lagi gelembung yang naik ke permukaan. Baca posisi akhir pada labu ukur. Jika menggunakan alkohol untuk menghilangkan buih di permukaan air, volume alkohol yang digunakan (tidak lebih dari 1 mL) harus dikurangi pada pembacaan terakhir(R2). Berikut beberapa pengujian pada agregat halus antara lain:

a. Berat Jenis Curah Kering

Dalam perhitungan berat jenis curah kering ( $S_d$ ) ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{A}{(B+S-C)} \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer yang berisi air (gram)

C = berat piknometer dengan benda (gram)

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

Jika labu *Le Chatelier* digunakan, maka berat jenis curah kering dihitung dengan persamaan :

Berat jenis curah kering

$$= \frac{S_1 \left( \frac{A}{S} \right)}{0,9975(R_2 - R_1)} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

R<sub>1</sub> = pembacaan awal posisi air pada labu *Le Chatelier*

R<sub>2</sub> = pembacaan akhir posisi air pada labu *Le Chatelier*

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

S<sub>1</sub> = berat benda uji kondisi jkp yang dimasukkan ke labu (gram)

b. Berat Jenis Curah (Jenuh Kering Permukaan)

Dalam perhitungan berat jenis curah kering permukaan ( $S_s$ ) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Berat Jenis Curah

$$= \frac{S}{(B+S-C)} \dots\dots\dots(2.9)$$



dengan,

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

C = berat benda uji dalam air (gram)

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

Jika labu *Le Chatelier* digunakan, maka berat jenis curah kering dihitung dengan persamaan :

Berat jenis curah kering

$$\frac{S_1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R_2 - R_1)} \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan,

R<sub>1</sub> = pembacaan awal posisi air pada labu *Le Chatelier*

R<sub>2</sub> = pembacaan akhir posisi air pada labu *Le Chatelier*

S<sub>1</sub> = berat benda uji kondisi jkp yang dimasukkan ke labu (gram)

#### c. Berat Jenis Semu

Dalam perhitungan berat jenis semu ( $S_a$ ) ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{(B+A-C)} \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer yang berisi air (gram)

C = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)

#### d. Penyerapan Air

Dalam perhitungan persentase penyerapan air ( $S_w$ ) ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \left[ \frac{S-A}{A} \right] 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

dengan,

A = berat benda uji kering oven (gram)

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

### 3. Aspal

Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat antar butiran agregat dan juga berguna untuk bahan pengisi harus memenuhi spesifikasi pengujian disyaratkan yaitu :

#### a. Penetrasi

Penetrasi merupakan pemeriksaan yang digunakan untuk menentukan keras atau lunaknya suatu aspal sehingga dapat ditentukan jenisnya. Pengujian ini juga berguna untuk mengetahui konsistensi aspal, nilai penetrasi yang tinggi menunjukkan konsistensi aspal yang lebih lunak. Pemeriksaan ini dilakukan sesuai dengan BSN (2011d) dengan kode SNI 2456-2011 tentang cara uji penetrasi bahan-bahan bitumen. Untuk aspal modifikasi asbuton yang digunakan disyaratkan penetrasi aspal minimal 50 seperti yang telah disyaratkan pada Tabel 2.3.

#### b. Titik Lembek

Untuk mendapatkan titik lembek aspal dilakukan pemeriksaan titik lembek, pemeriksaan titik lembek merupakan temperature pada saat tertentu, mendesak turun lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada jarak 25,4 mm akibat kecepatan pemanasan tertentu. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan BSN (2011c) dengan kode SNI 2434-2011 tentang cara uji titik lembek aspal. Nilai titik lembek yang disyaratkan untuk aspal asbuton modifikasi minimal 54°C sesuai dengan Tabel 2.3

#### c. Daktilitas

Pengujian daktilitas aspal adalah pengujian untuk menentukan keplastisan suatu aspal. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara menarik benda uji aspal dengan kecepatan 50mm/menit pada suhu 25°C dengan toleransi  $\pm 5$  %. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan BSN (2011b) dengan kode SNI 2432-2011 tentang cara pemeriksaan daktilitas aspal. Nilai daktilitas aspal asbuton modifikasi yang disyaratkan adalah lebih dari 100 cm sesuai dengan Tabel 2.3

d. Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis aspal di laboratorium merupakan perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu ( 25°C atau 15,6 °C). Pengujian ini dilakukan sesuai dengan BSN (2011a) dengan kode SNI 2411-2011 tentang cara pemeriksaan berat jenis aspal. Perhitungan berat jenis aspal menggunakan rumus berikut :

Berat Jenis

$$= \frac{(C-A)}{[(B-A)-(D-C)]} \dots\dots\dots(2.13)$$

dengan,

A = massa piknometer dan penutup

B = massa piknometer dan penutup berisi air

C = massa piknometer, penutup, dan benda uji

D = massa piknometer, penutup, benda uji, dan air

Untuk mencari berat isi benda uji maka digunakan persamaan :

$$\text{Berat isi} = \text{Berat jenis} \times W_T \dots\dots\dots(2.14)$$

dengan,

$W_T$  = berat isi air pada temperatur pengujian

e. Kehilangan berat minyak dan aspal

Kehilangan berat minyak dan aspal selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan pada suhu tertentu dan pada tebal tertentu. Pengujian ini sesuai dengan spesifikasi BSN (1991) dengan kode SNI 06-2440-1991 tentang metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A. Perhitungan kehilangan berat minyak dan aspal menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penurunan berat} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$

dengan,

A = berat benda uji semula

B = berat benda uji setelah pemanasan

### 2.2.11. Pengujian Campuran Metode Marshall

Pemeriksaan Marshall adalah pengujian untuk menentukan nilai stabilitas dan pelelehan (*flow*) pada campuran beraspal. Pemeriksaan ini dilakukan menggunakan alat *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan (*Breaking head*), cincin penguji (*Proving ring*) dengan kapasitas 2500 kg atau 5000 kg dilengkapi dengan arloji pengukur. Pengujian ini sesuai peraturan BSN (2004) dengan kode RSNI-m-06-2004 tentang cara uji campuran beraspal panas dengan alat *Marshall*. Dalam perhitungan Marshall terdapat parameter-parameter berat seperti berat jenis. Analisa berat jenis diperlukan untuk perhitungan dalam mencari karakteristik Marshall. Berikut merupakan beberapa konsep perhitungan berat jenis :

#### 1. Berat Jenis Kering Agregat (*Bulk Specific Gravity of Aggregate*)

Berat jenis *Bulk* merupakan berat jenis dimana volume yang diperhitungkan adalah seluruh volume pori yang ada seluruh volume pori yang ada. Jika dianggap aspal hanya menyelimuti bagian luar dari agregat maka digunakan *bulk specific gravity*. Berat jenis kering (*bulk specific gravity*) dari total agregat ditentukan dari persamaan:

$$G_{sb \text{ total agregat}} = \frac{P_1+P_2+P_3\dots+P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} \dots + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan,

$G_{sb \text{ total agregat}}$  = Berat jenis kering agregat gabungan (gr/cc)

$G_{sb1}, G_{sb2}, G_{sbn}$  = Berat jenis kering masing-masing agregat 1, 2,3, n(gr/cc)

$P_1, P_2, P_n$  = Persentase berat dari masing-masing agregat (%)

#### 2. Berat Jenis Semu Agregat (*Apparent Specific Gravity of Aggregate*)

Penggunaan berat jenis ini dalam perhitungan jika aspal dianggap dapat meresapi semua bagian yang dapat diresapi air.

Berat jenis semu (*apparent spesific gravity*) dari total agregat dihitung dengan persamaan:

$$G_{sa \text{ total agregat}} = \frac{P_1+P_2+P_3\dots+P_n}{\frac{P_1}{G_{sa1}} + \frac{P_2}{G_{sa2}} + \frac{P_3}{G_{sa3}} \dots + \frac{P_n}{G_{san}}} \dots\dots\dots(2.17)$$

dengan,

$G_{sb \text{ total agregat}}$  = Berat jenis kering agregat gabungan (gr/cc)

$G_{sa \text{ total agregat}}$  = Berat jenis semu agregat gabungan (gr/cc)

$G_{sb1}, G_{sb2}, G_{sbn}$  = Berat jenis kering masing-masing agregat 1, 2, 3.n (gr/cc)

$G_{sa1}, G_{sa2}, G_{san}$  = Berat jenis semu masing-masing agregat 1, 2, 3...n (gr/cc)  
 $P_1, P_2, P_n$  = Persentase berat dari masing-masing agregat (%)

### 3. Berat Jenis Efektif Total Agregat

Pada hakikatnya aspal yang digunakan secara normal hanya akan meresapi sebagian dari pori yang bisa diresapi oleh air itu. Berat jenis efektif total agregat sulit untuk diukur sehingga belum ada standarnya dan selama ini nilainya diperkirakan. Berat jenis efektif dari agregat dihitung dengan persamaan berikut:

$$G_{se \text{ total agregat}} = \frac{G_{sb} - G_{sa}}{2} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$G_{se \text{ total agregat}} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots(2.19)$$

dengan,

$G_{sb}$  = Berat jenis kering/*bulk specific gravity* (gr/cc)  
 $G_{sa}$  = Berat jenis semu/*apparent specific gravity* (gr/cc)  
 $G_b$  = Berat jenis aspal (gr/cc)  
 $G_{se \text{ total agregat}}$  = Berat jenis efektif agregat gabungan (gr/cc)  
 $G_{se1}, G_{se2} \dots G_{sen}$  = Berat jenis efektif dari masing-masing agregat 1, 2, 3... n  
 $G_{mm}$  = Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)  
 $P_{mm}$  = Persen berat total campuran (=100)  
 $P_b$  = Persentase kadar aspal terhadap total campuran (%)

#### 2.2.12. Karakteristik Marshall

Menurut Hardiyatmo (2015) selain dipengaruhi oleh bahan penyusun dan pelaksanaan dalam pengerjaannya, kinerja campuran beraspal panas sangat dipengaruhi oleh karakteristik volumetric dan karakteristik *Marshall*, yang terdiri dari parameter-parameter: stabilitas, kepadatan, rongga di dalam agregat mineral (*voids in the mineral aggregate*, VMA), rongga di dalam campuran (*voids in the mix*, VITM), rongga terisi dengan aspal (*voids filled with asphalt*, VFWA), kelelehan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (MQ). Berikut adalah perhitungan persamaan parameter karakteristik Marshall adalah :

1. Rongga diantara mineral agregat (*Voids in mineral agregat, VMA*)

Rongga diantara mineral agregat merupakan ruang rongga dalam butiran agregat pada campuran aspal yang sudah dipadatkan dan kandungan aspal efektif dinyatakan sebagai presentase dari volume total campuran. *Voids mineral agregat* yang kecil mengakibatkan aspal menyelimuti agregat terbatas, akibatnya lapisan perkerasan tidak kedap air sehingga oksidasi mudah terjadi dan mengakibatkan terjadinya kerusakan (Suhardi dkk,2016). Berikut adalah perhitungan rumus VMA dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$VMA = 100 \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots(2.20)$$

dengan,

VMA = *Voids mineral aggregate* (%)

$G_b$  = Berat jenis agregat (gr/cc)

$G_{mb}$  = Berat jenis curah campuran padat (gr/cc)

$P_s$  = Persen agregat terhadap berat total campuran (%)

2. Rongga terisi aspal (*Voids Filled With Asphalt, VFA*)

Menurut Hardiyatmo (2015) persentase rongga terisi aspal dalam campuran aspal yang dipadatkan adalah perbandingan antara volume aspal efektif terhadap volume rongga dalam agregat mineral. Berikut adalah perhitungan rumus VFA dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$VITM = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA} \dots\dots\dots(2.21)$$

dengan,

VFA = rongga terisi aspal (%)

VMA = rongga diantara mineral agregat (%)

VITM = rongga di dalam campuran (%)

3. Rongga udara di dalam campuran (*Voids in The Mix, VIM*)

*Voids in the mix* atau rongga udara dalam campuran merupakan perbandingan antara volume udara terhadap volume *bulk* campuran yang sudah dipadatkan. VIM digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran dalam persen. Rongga udara yang dihasilkan ditentukan oleh susunan partikel agregat pada campuran dan tidak seragamnya bentuk agregat. Rongga udara adalah indicator durabilitas campuran beraspal sedemikian sehingga rongga

udara tidak terlalu kecil atau terlalu besar (Suhardi dkk,2016). Berikut adalah perhitungan rumus VIM dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\text{VIM} = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(2.22)$$

dengan,

VIM = kadar rongga terhadap campuran (%)

$G_{mb}$  = berat volume benda uji (gr/cc)

$G_{mm}$  = berat jenis maksimum teoritis (gr/cc)

#### 4. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume. Kepadatan campuran beraspal dipengaruhi oleh kualitas bahan, kadar aspal, jumlah tumbukan dan komposisi bahan penyusunnya. Nilai kepadatan yang semakin tinggi menunjukkan semakin tinggi kemampuan untuk menahan beban lalu lintas dan kedekatan terhadap air yang lebih tinggi juga (Permanasari, 2017). Berikut adalah perhitungan rumus kepadatan sesuai dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$G_{mb} = \frac{W_{mp}}{\frac{W_{mssd}}{\gamma_w} \frac{W_{mv}}{\gamma_w}} \dots\dots\dots(2.23)$$

dengan,

$G_{mb}$  = berat volume benda uji (*density*) (gr/cc)

$W_{mp}$  = berat kering benda uji sebelum direndam air (gram)

$W_{mssd}$  = berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram)

$W_{mv}$  = berat benda uji dalam air (gram)

$\gamma_w$  = berat volume air (gr/cc)

#### 5. Stabilitas

Stabilitas lapisan permukaan jalan merupakan kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding (Sukirman, 2003). Nilai stabiitas benda uji campuran aspal diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan *Marshall* yang dicocokkan dengan kalibrasi *proving ring*nya dalam satuan kilogram. Berikut adalah rumus persamaan stabilitas:

$$O = q \times \text{kalibrasi proving ring} \times \text{koreksi tebal benda uji} \dots \dots \dots (2.24)$$

dengan,

O = stabilitas (kg)

q = nilai pembacaan arloji

#### 6. Kelelahan plastis (*Flow*)

*Flow* atau kelelahan plastis merupakan besarnya deformasi pada awal pembebanan hingga stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja (Akem, 2012). Kelelahan plastis (*Flow*) dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch, flow dapat merupakan indikator terhadap lentur.

#### 7. Penyerapan aspal

Penyerapan aspal merupakan jumlah aspal yang terserap oleh agregat yang dinyatakan dalam persen, penyerapan aspal digunakan untuk memperoleh gambaran berapa kadar aspal efektifnya (Sukirman, 2003). Berikut adalah rumus persamaan penyerapan aspal oleh agregat :

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} - G_{se}} \dots \dots \dots (2.25)$$

dengan,

$P_{ba}$  = penyerapan aspal (%)

$G_{se}$  = berat jenis efektif agregat (gr/cc)

$G_{sb}$  = berat jenis curah agregat (gr/cc)

$G_b$  = berat jenis aspal (gr/cc)

#### 8. Kadar aspal efektif

Kadar aspal efektif pada campuran aspal merupakan kadar aspal total dikurangi jumlah aspal terserap oleh agregat. Kadar aspal efektif menyatakan kadar aspal yang menyelimuti bagian luar agregat, yang berpengaruh pada kinerja campuran aspal (Hardiyatmo, 2015). Berikut adalah rumus persamaan untuk menghitung kadar aspal efektif:

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s \dots \dots \dots (2.26)$$

dengan,

$P_{be}$  = kadar aspal efektif, persen terhadap berat total campuran



$P_b$  = kadar aspal total, persen terhadap berat total campuran

$P_s$  = persen agregat terhadap berat total campuran

$P_{bs}$  = penyerapan aspal, persentase agregat

#### 9. *Marshall Quotient*(MQ)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai MQ menggambarkan pendekatan terhadap kekuatan dan fleksibilitas pada campuran aspal. Campuran aspal yang memiliki nilai MQ terlalu tinggi menyebabkan campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga menyebabkan campuran akan lebih mudah mengalami retak-retak (*Cracking*). Campuran aspal yang memiliki nilai MQ terlalu rendah akan bersifat fleksibel (lentur) sehingga terjadi deformasi dengan mudah pada saat menerima beban lalu lintas (Akem,2012). Berikut adalah rumus persamaan *Marshall Quotient* :

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots(2.27)$$

dengan,

MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)

MS = *Marshall Stability* (kg)

MF = *Flow Marshall* (mm)

#### 2.2.13. Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum merupakan kadar aspal yang memenuhi spesifikasi seluruh spesifikasi karakteristik campuran beraspal yang berupa nilai tengah dari rentang kadar aspal diperoleh dari hasil uji *Marshall*. Kadar aspal optimum menjadi persyaratan mutlak dalam setiap campuran lapis perkerasan beraspal. Besaran kadar aspal optimum berbeda beda, tergantung dari agregat, gradasi agregat, propertis aspal dan jenis campuran itu sendiri. Lapis perkerasan yang diatas selalu lebih besar kadar aspalnya. Untuk mengetahui kadar aspal optimum terlebih dahulu harus digambarkan hubungan kadar aspal dengan karakteristik *Marshall*.

Dalam menghitung perencanaan kadar aspal optimum dalam Campuran digunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% Filler) + C \dots\dots\dots(2.28)$$

Dengan, :

$P_b$  = Kadar aspal ideal rencana

CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = Agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No. 200

Filler = Agregat lolos saringan No. 200

C = Koefisien untuk Lataston (HRS-WC) yang bernilai 2 – 3.

Pada campuran lataston yang akan di uji Marshall harus memenuhi persyaratan Karakteristik Marshall yang telah ditetapkan. Persyaratan spesifikasi campuran lataston menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 disajikan dalam Tabel 2.5. mengenai Ketentuan sifat-sifat campuran HRS-WC.

Tabel 2.5 Ketentuan sifat-sifat campuran HRS-WC (Bina Marga, 2010)

Sifat - Sifat Campuran			HRS-WC			
			Lapis Aus		Lapis Pondasi	
Keterangan	Satuan	Min/Maks	Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kadar Aspal Efektif	%	Min.	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan Aspal	%	Maks.	1,7	1,7	1,7	1,7
Jumlah Tumbukan perbidang	-	-	75	75	75	75
Rongga dalam campuran	%	Min. Maks.	4 6	4 6	4 6	4 6
Rongga dalam agregat	%	Min.	18	18	17	17
Rongga Terisi Aspal		Min.	68	68	68	68
Stabilitas Marshall	Kg	Min.	800	800	800	800
Pelelehan	Mm	Min.	3	3	3	3
Marshall Quotient	Kg/mm	Min.	250	250	250	250
Stabilitas Marshall sisa setelah rendaman selama 24 jam, 60 °C	%	Min.	90	90	90	90
Rongga dalam campuran pada kepadatan membal(refusal)	%	Min.	3	3	3	3