

## BAB II

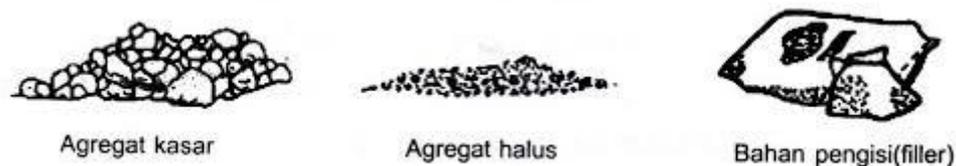
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1.1 Agregat Campuran Laston (AC-WC)

Menurut (Sukirman, 1999) agregat /batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase Berat 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

##### 1.1.1 Jenis Agregat

Berdasarkan jenisnya agregat dibedakan menjadi agregat kasar, agregat halus, dan (*filler*)/ bahan pengisi. Batasan dari masing-masing agregat dibedakan dari nomer saringan gradasi.



Gambar 1-1 Jenis Agregat Menurut Butir

##### 1. Agregat kasar

Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan No.8 (2,36 mm), agregat kasar untuk campuran harus terdiri dari batuan pecah yang sudah di bersihkan, dan dalam keadaan kering, bebas dari lempung atau material asing lainnya serta mempunyai tekstur permukaan yang kasar atau tidak bulat agar dapat memberikan sifat Interlocking yang baik terhadap campuran beraspal.

##### 2. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang berada di bawah saringan No.8 (2,36 mm). Agregat dapat mengikat stabilitas campuran dengan penguncian antara butiran, agregat halus juga mengisi ruang kosong yang ada antara butiran agregat kasar, bahan ini terdiri dari butiran butiran halus batu pecah atau pasir alam.

##### 3. *Filler* (Bahan Pengisi)

Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) dan tidak Kurang dari 75% terhadap beratnya, fungsi dari *filler* tersebut sebagai pengisi rongga

udara pada material, sehingga dapat memperkaku lapisan aspal. *filler* yang dapat digunakan adalah abu batu atau semen portland.

### 1.1.2 Sifat Agregat

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dituhkan untuk lapis permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya(Sukirman, 1999). Yang dikelompokkan menjadi:

1. Kekuatan dan keawetan yang dipengaruhi oleh:
  - a. Gradasi
  - b. Ukuran maksimum
  - c. Kadar lempung
  - d. Kekerasan
  - e. Bentuk butir
  - f. Tekstur permukaan
2. Kemampuan yang dilapisi dengan aspal yang baik dipengaruhi oleh:
  - a. Porositas
  - b. Bentuk butir
  - c. Jenis agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman dipengaruhi oleh:
  - a. Tahanan geser (*skid resistance*)
  - b. Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*)
  - c. Gradasi agregat

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling besar di simpan di paling atas menyusun hingga saringan terkecil. Dimulai dari pan sampai tutup, dapat dilihat pada Gambar 2-2 Gradasi Agregat. Gradasi dibedakan atas:



Gambar 1-2 Gradasi Agregat

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/ sejenis, atau menggunakan agregat halus lebih sedikit yang mengakibatkan tidak dapat maksimal mengisi rongga antar agregat. Gradasi ini juga sering disebut dengan gradasi terbuka, agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas yang kurang berat volume kecil.

2. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat adalah gradasi yang diisi oleh campuran agregat kasar dan halus yang seimbang sehingga sering disebut juga sebagai gradasi menerus atau gradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas yang tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

3. Gradasi senjang (*Gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi dimana ukuran yang ada tidak lengkap atau fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Agregat dengan gradasi ini akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak pada antara agregat seragam dan agregat rapat.

### 1.1.3 Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Degradasi didefinisikan sebagai kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas. Disintegrasi didefinisikan sebagai pelapukan pada agregat menjadi butir-butir halus akibat pengaruh kimiawi seperti kelembaban, kepanasan ataupun perbedaan temperatur sehari-hari (Nuradi, 2019).

Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap degradasi (pemecahan) yang mungkin timbul selama proses pencampuran,

pemadatan, repitisi beban lalu lintas dan disintegrasi (penghancuran) Abrasi *Los Angeles* berdasarkan PB02006-76, AASHTO T96-7 (1982).

#### 1.1.4 Bentuk dan *Tekstur* Agregat

Bentuk dan tekstur mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Partikel agregat dibagi menjadi beberapa bentuk:

1. Bulat (*rounded*)

Agregat yang dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengkikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kotak kecil sehingga menghasilkan daya *interlocking* yang lebih kecil dan lebih tergelincir.

2. Lonjong (*elongated*)

Sama halnya batuan lonjong dapat ditemui di sungai-sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjang  $>1,8$  kali diameter rata-rata, indeks kelonjongan terhadap berat total. Sifat *interlockingnya* hampir sama dengan berbentuk bula.

3. Pipih (*flaky*)

Partikel agregat pipih dapat berupa dari hasil mesin pemecah batu ataupun memang dari sifat agregat tersebut yang bila di pecah cenderung akan membentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Agregat berbentuk pipih mudah dipecah pada waktu pencampura, pemadatan, ataupun akibat beban lalulintas, oleh karena itu banyaknya agregat pipih ini dibatasi dengan menggunakan indeks kepipihan yang disyaratkan.

4. Kubus (*cubical*)

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk hasil dari mesin pemecah batu yang mempunyai bidang kotak yang lebih luas, (berbentuk bidang rata sehingga memberikan *interlocking/saling mengunci* yang lebih besar dari batuan lonjong atau bulat. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan untuk bahan konstruksi perkerasan jalan.

5. Tak beraturan (*irregular*)

Partikel agregat yang tidak beraturan, tidak mengikuti salahsatu yang disebutkan diatas. Gesekan yang timbul antara partikel menentukan juga stabilitas dan daya

dukung dari lapisan perkerasan. Besarnya gesekan dipengaruhi oleh jenis permukaan agregat yang dapat dibedakan atas agregat yang permukaannya kasar (*rough*), agregat yang permukaannya halus (*smooth*), agregat yang permukaannya licin dan mengkilap (*glassy*), agregat yang permukaannya berpori (*porous*).

### **1.1.5 Pemeriksaan Agregat**

Sifat-sifat agregat harus selalu diperiksa dan aspal yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan pada perkerasan lentur. Pemeriksaan yang dilakukan untuk agregat adalah sebagai berikut:

#### **1.1.5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat**

Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran agregat dengan aspal, campuran ini berdasarkan perbandingan berat karena lebih teliti dibandingkan perbandingan volume dan juga untuk menentukan banyaknya pori agregat. Pengukuran hasil berat jenis agregat ini sering dipakai untuk mengekspresikan nilai *Density*/kepadatan agregat, dimana nilai kerapatan agregat diperoleh dengan mengalikan nilai berat jenis agregat dengan kerapatan air pada suhu standar dipakai untuk pengukuran.

#### **1.1.5.2 Pengujian Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (*Aggregate Impact Value*)**

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menguji kekuatan batuan terhadap beban, khususnya beban lalu lintas. Salah satunya adalah dengan melakukan simulasi pemberian beban terhadap suatu sampel agregat, misalnya beban tumbukan (*Impact*). Biasanya beban tumbukan ini di kombinasikan dengan beban tekanan (*Crushing*) baik dalam arah lateral maupun aksial.

Nilai *Aggregate Impact Value* (VIM) adalah presentase perbandingan antara agregat yang hancur dengan sampel yang ada. Agregat yang hancur dinyatakan dengan jumlah agregat yang lolos saringan 2,36mm. berdasarkan British Standar maka agregat yang mempunyai nilai  $AIV > 30\%$  dinyatakan tidak normal dan nilai AIV ini menunjukkan jumlah agregat yang hancur cukup besar, berarti sampel tersebut relatif tidak terlalu kuat terhadap beban tekan.

#### **1.1.5.3 Pengujian Kekuatan Agregat Terhadap Tekanan (*Aggregate Crushing Value*)**

Seperti halnya percobaan AIV untuk menguji kekuatan bantuan/agregat terhadap tumbukan, maka percobaan ACV atau *Aggregate Crushing Value* juga merupakan simulasi

pemberian beban terhadap suatu sampel agregat. Prinsip percobaan disini adalah sampel agregat diberikan kenaikan tekanan tertentu selama beberapa waktu. Agregat yang hancur kemudian ditimbang dan dibandingkan dengan berat semula. Perbandingan ini merupakan nilai dari ACV.

#### **1.1.5.4 Pengujian Keausan Agregat dengan Alat Abrasi *Los Angeles***

Durabilitas atau ketahanan terhadap kerusakan sangat berpengaruh terhadap kebutuhan akan jumlah agregat. Beberapa agregat yang memiliki kekuatan standar pun akan mengalami kerusakan saat di *Stockpile* atau saat masa layanan di jalan. Prinsip pengujian *Los Angeles* adalah pengukuran perontokan agregat dari gradasi standarnya akibat kombinasi abrasi atau atrisi, tekanan, dan penggilasan dalam drum baja

Ketika drum baja berputar, bilah baja yang ada di dalamnya, mengangkat sample dan bola baja, membawanya berputar dan kembali jatuh, mengakibatkan efek tumbuk-tekan/*Impact-Crushing* pada sampel.

#### **1.1.5.5 Indeks Kepipihan dan Kelonjongan (*Flakiness and Elongation Index*)**

Pada batuan alam maupun hasil *crushing plant* terdapat fraksi-fraksi agregat berbagai macam bentuk. British Standard Institution, BSI, (1975) membagi bentuk bentuk agregat menjadi 6 kategori: Bulat (*roundend*), tidak beraturan (*irregular*), bersudut (*angular*), pipih (*flaky*), lonjong (*elongated*), pipih dan lonjong (*flaky and elongated*).

Pengujian ini bertujuan untuk menilai secara kumulatif distribusi agregat yang berbentuk *flaky* (pipih) dan *elongated* (lonjong), yang dinyatakan dengan indeks kepipihan dan kelonjongan.

#### **1.1.5.6 Pengujian Pelapukan Agregat dengan Magnesium Sulfat (*soundness test*)**

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur durabilitas agregat terhadap proses pelapukan akibat pengaruh alam dan juga proses pengausan secara kimia.

Istilah *soundness* diartikan sebagai kemampuan agregat untuk menahan perubahan volume yang berlebih, sebagai akibat dari perubahan lingkungan fisik, seperti beku-cair (*freeze thaw*), perubahan panas. *Soundness* termasuk tes fisika-kimia (*physico-chemical test*).

#### **1.1.5.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (*Sand Equivalent Test*)**

Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa kadar lumpur dalam bahan agregat halus serta mengetahui perbandingan relatif antara bahan yang merugikan dengan bahan agregat halus.

Agregat yang kita gunakan tidak sepenuhnya bersih sehingga dengan kata lain sering terdapat zat-zat yang tidak diinginkan, yang dapat merugikan perkerasan aspal. Kebersihan agregat seringkali ditentukan dengan perkerasan visual tetapi dengan pemeriksaan di laboratorium akan lebih memberikan hasil positif tentang bersih tidaknya agregat, terutama pada agregat-agregat bergradasi halus.

#### **1.1.5.8 Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (*affinity for Bitumen*)**

Pengujian ini bertujuan untuk menguji besarnya kelekatan agregat terhadap aspal dengan cara visual. Kelekatan aspal terhadap agregat dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Pori-pori dan absorpsi
2. Agregat berpori berguna untuk menyerap aspal sehingga ikatan antara aspal dan agregat baik. Tetapi terlalu banyak pori mengakibatkan terlalu banyak aspal yang terserap yang berakibat lapisan aspal menjadi tipis
3. Bentuk dan tekstur permukaan
4. Agregat berbentuk kubus dan kasar lebih baik mengikat aspal dari pada agregat berbentuk bulat dan halus. Permukaan agregat yang kasar akan memberikan ikatan dengan aspal lebih baik.
5. Ukuran butiran

#### **1.1.6 Batu Zeolit**

Zeolit merupakan salah satu kekayaan alam yang sangat bermanfaat bagi industri kimia di Indonesia. Zeolit ada dua macam yaitu zeolite sintetik dan zeolit alam, Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino silikat hidrat dengan kation natrium dan barium. Batu zeolit memiliki kapasitas yang tinggi sebagai penyerap. Zeolit adalah salah satu potensi bahan galian yang memiliki kadar silika yang cukup tinggi yang banyak terdapat di beberapa daerah di Indonesia. Di daerah Karangnunggal Kab. Tasikmalaya salah satu wilayah yang memiliki sumber galian zeolit yang cukup melimpah.



Gambar 1-3 Batuan Zeolit

Zeolite sendiri memiliki beberapa kemiripan unsur kimia dengan fly ash (abu terbang), seperti Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumunia ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Fero Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ) dan juga mengandung unsur tambahan lain yaitu Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ), Titanium Oksida ( $\text{TiO}_2$ ), Alkalin ( $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ ), Pospor Oksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), oleh karena itu mineral ini dapat menjadi sumber alkali seperti halnya bahan dasar semen.

## 1.2 Aspal Pertamina Pen 60/70

Aspal merupakan material berwarna hitam atau coklat tua. Pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, jika dipanaskan pada temperatur tertentu akan menjadi cair/lunak sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan campuran aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan atau penyiraman pada perkerasan macadam atau peleburan. Bersama agregat aspal merupakan material pembentuk campuran pekerjaan jalan.

Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 1999).

Fungsi aspal pada perkerasan jalan adalah

1. Sebagai bahan pengikat antara agregat
2. Sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat sendiri

### 1.2.1 Jenis-jenis Aspal

Berdasarkan asal dan proses pembentukannya aspal diklasifikasikan berdasarkan:

1. Aspal alam dibedakan menjadi:
  - a. Aspal gunung (*rock asphalt*), contohnya aspal dai pulau buton.
  - b. Aspal danau (*lake asphalt*), contohnya aspal dari bermudez, trinidad.
2. Aspal buatan, dibedakan menjadi:
  - a. Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan dari minyak bumi
  - b. Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara.

Aspal minyak dapat dibedakan menjadi:

- 1) Aspal keras/panas (*asphalt cement*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair atau dingin. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan ( temperatur ruangan)
- 2) Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*), aspal ini digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal dingin adalah campuran pabrik antara aspal panas dengan bahan pengencer dari hasil penyulingan minyak bumi. Berdasarkan bahan pengencer dari kemudian menguap, bahan pelarutnya, aspal dingin dibedakan menjadi:
  - Jenis RC (*rapid curing*) : bahan pengencer minyak tanah (kerosene) dengan MC<sub>0</sub> sampai MC<sub>5</sub>.
  - Jenis SC (*slow curing*) : bahan pengencer solar dengan SC<sub>0</sub> sampai SC<sub>5</sub>.
3. Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), disediakan dalam bentuk emulsi, dapat digunakan dalam keadaan dingin.

Dibedakan menjadi dua jenis emulsi:

- a. Kationik (aspal emulsi asam), emulsi bermuatan arus listrik positif.
- b. Anionik ( aspal emulsi alkali), emulsi bermuatan arus listrik negatif.

Berdasarkan bahan emulsifier ditambah air, dibedakan:

- a. Tipe RS (*rapid setting*) : RS<sub>1</sub>
  - b. Tipe MS (*medium setting*) : MS<sub>1</sub> sampai MS<sub>5</sub>
  - c. Tipe SS (*slow setting*) : SS<sub>1</sub>
4. Aspal modifikasi polimer

Aspal modifikasi adalah aspal minyak yang ditambah dengan berapaaditif, dengan maksud untuk meningkatkan kinerjanya. Saat ini terdapat berbagai macam aspal

modifikasi yang salah satunya dibuat dengan campuran polimer (dikenal sebagai aspal polimer; *PMA Polymer Modified Asphalt*; *PMB Polimer Modified Bitumen*). Dengan menggunakan aspal polimer diharapkan kinerja pelayanan pekerasan beraspal yang semakin baik.

Salah satu peran utama polimer/elastomer dalam aspal polimer adalah untuk meningkatkan ketahanan aspal terhadap deformasi permanen pada temperatur tinggi tanpa merugikan sifat aspal atau bitumen pada temperatur lainnya. Hal ini dapat dicapai melalui pengurangan regangan permanen. Mekanisme pengurangan regangan diperoleh melalui dua cara yakni pertama dengan membuat aspal lebih kaku sehingga repon vttotal viskositas-elastis berkurang, dan kedua dengan meningkatkan komponen elastis bitumen sehingga mengurangi komponen viscous-nya.

### 1.2.2 Sifat-sifat Aspal

Aspal mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. 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, faktor pelaksanaan, meskipun demikian sifat ini dapat diperkirakan dari pemeriksaan *Thin Film Oven Test* (TFOT).

2. Adhesi dan kohesi

Adhesi yaitu ikatan antara aspal dan agregat pada campuran aspal beton. Sifat ini dievaluasi dengan menguji spesimen dengan test stabilitas *Marshall*. Kohesi adalah ketahanan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah bahan yang termoplastis, berarti akan menjadi kasar atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak jika temperaturnya naik/bertambah.

4. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan di campur dengan agregat sehingga dilapisi aspal atau disiramkan ke permukaan agregat yang telah dipisahkan pada proses pelaburan. Pada proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas. Peristiwa perapuhan terus berlangsung selama

masa pelaksanaan. Jadi, selama masa pelayanan aspal mengalami proses oksidasi yang besar yang dipengaruhi oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi.

### **1.2.3 Lapisan Aspal**

#### **1.2.3.1 Aspal Beton**

Aspal beton (Hotmix) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat, dengan atau bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampuran pada suhu tertentu, kemudian di angkut ke lokasi, dihamparkan, dan di padatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal apa yang akan digunakan (Sukirman, 2003). Dalam pencampuran aspal harus dipanaskan untuk mendapatkan kecairan (viskositas) agar dapat mendapatkan suatu campuran yang baik dan kemudahan dalam pelaksanaan. Pemilihan jenis aspal yang akan digunakan ditentukan atas dasar iklim, kepadatan lalu lintas dan jenis konstruksi yang digunakan. Berdasarkan bahan yang digunakan dan kebutuhan desain konstruksi jalan aspal beton.

#### **1.2.3.2 Asphalt Treated Base (ATB)**

Suatu lapis perata dari agregat yang dimantapkan dengan aspal diberikan untuk memperbaiki dan memperkuat ketidak teraturan permukaan perkerasan setempat dan membentuk ulang permukaan yang ada sampai kemiringan melintang dikehendaki.

#### **1.2.3.3 Binder Course (BC)**

*Binder Course* adalah lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. (Silvia Sukirman, 1999). Bc juga merupakan salah satu dari tiga macam campuran lapis spal beton yaitu AC-WC, AC-BC, dan AC-Base. Agregat pada *binder course* dengan tebal minimum 5cm biasanya digunakan sebagai lapisan kedua sebelum *wearing course*.

#### **1.2.3.4 Wearing Course (WC)**

*Wearing Course* adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktur. Campuran initerdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Beton aspal untuk lapisan aus/wearing course (WC), adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai

kekesatan yang disyaratkan(Sukirman, 1999). *Wearing Course* dengan tebal penggelaran minimum 4cm digunakan sebagai lapis permukaan jalan dengan lalulintas berat.

Sesuai fungsinya laston mempunyai 3 macam campuran:

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Councrate-Wearing Course*), dengan tebal adalah 4cm.
2. Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Councrate-Binder Course*), dengan tebal minimum 5cm.
3. Laston sebagai pondasi, dikenal dengan nama AC- Base (*Asphalt Councrate-Base*), dengan tebal minimum 6cm.

Sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, laston (AC) mempunyai nilai struktur, kedap air, dan mempunyai stabilitas tinggi. Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018) untuk laston (WC) bergradasi kasar.

Tabel 1-1 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (WC)

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75		112
Rasio partirtikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6 <sup>(3)</sup>		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran % <sup>(4)</sup>	Min	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min	800		1800 <sup>(3)</sup>
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks.	4		6 <sup>(3)</sup>
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%) setelah perendaman 24jam, 60°C <sup>(5)</sup>	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	Min	2		

### **1.2.3.5 Hot Rolled Sheet (HRS)**

*Hot Rolled Sheet* adalah aspal beton bergradasi senjang. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. (Silvia Sukirman, 2003). HRS / lastaston (Lapis Tipis Aspal Beton) dengan penggelaran minimum 3 S/d 3,5 cm digunakan sebagai lapis permukaan konstruksi jalan dengan lalu lintas sedang. (Silvia Sukirman, 2003).

### **1.2.3.6 Split Mastic Asphalt (SMA)**

Split mastic asphalt (SMA) adalah salah satu metode pencampuran aspal panas yang memiliki karakteristik bergradasi terbuka, kandungan aspal yang tinggi dan kandungan agregat kasar 70-80%. Untuk menstabilkan pencampuran aspal, maka dibutuhkan tambahan yang diharapkan dapat mengisi rongga campuran sehingga meningkatkan nilai karakteristik.

### **1.2.3.7 Sand Sheet (SS)**

*Sand Sheet* adalah beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur (*rutting*) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan digunakan untuk daerah beralu lintas berat atau tanjakan. SS / Latasir ( Lapis Tipis Aspal Pasir) menurut (Silvia Sukirman, 2003). Sesuai gradasi agregatnya dibedakan atas:

1. Latasir A, dikenal dengan nama SS-A. Tebal minimum SS-A adalah 1,5 cm.
2. Latasir kelas B, dikenal dengan nama SS-B minimum SS-B adalah 2cm. Gradasi SS-B lebih kasar dari SS-A.

### **1.2.3.8 High Stiffness Modulus Asphalt (HSMA)**

*High stiffness modulus* adalah beton aspal yang mempergunakan aspal berpenetrasi rendah yaitu 30/45. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Campuran jenis ini masih jarang digunakan di Indonesia karena aspal yang diperlukan terpaksa di import. Berdasarkan gradasi HSMA dapat dibedakan 3 jenis, yaitu HSMA-28; HSMA-20; dan HSMA-14. Gradasi agregat campuran HSMA-28 paling kasar dibandingkan jenis HSMA lainnya (Sukirman, 2003).

#### **1.2.4 Pemeriksaan Aspal**

Sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa dan aspal yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat perkerasan lentur. Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras adalah sebagai berikut:

##### **1.2.4.1 Pemeriksaan Penetrasi Aspal**

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pengujian dilaksanakan pada suhu 25°C dan kedalaman penetrasi diukur setelah beban dilepaskan selama 5 detik.

##### **1.2.4.2 Pemeriksaan Titik Lembek (*Softening Point Test*)**

Pemeriksaan titik lembek bertujuan untuk mengetahui kepekatan aspal terhadap temperatur. Suhu pada saat aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal walaupun mempunyai nilai penetrasi yang sama. Titik lembek adalah suhu rata-rata (dengan beda suhu  $\geq 1^\circ\text{C}$ ) pada saat bola baja menembus aspal karena leleh dan menyentuh plat dibawahnya (sejarak 1 inch = 25,4 mm). pengujian dilaksanakan dengan alat "Ring and Ball Apparatus". Manfaat dari pengujian titik lembek ini adalah digunakan untuk menentukan temperatur kelelahan dari aspal.

##### **1.2.4.3 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar**

Beperiksaan titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu pada aspal terlihat nyala singkat di permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Titik nyala dan titik bakar perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal tidak terbakar.

##### **1.2.4.4 Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal**

Pemeriksaan dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal. Penurunan berat menunjukkan adanya komponen aspal yang menguap yang dapat berakibat aspal mengalami pengerasan yang ekksesif/berlebihan sehingga menjadi getas (rapuh) bila pengurangan berat melebihi syarat maksimumnya. Pengujian ini dilanjutkan dengan pengujian nilan penetrasi aspal, untuk mengetahui peningkatan kekerasannya (dalam% penetrasi semula).

#### **1.2.4.5 Pemeriksaan Daktilitas Aspal**

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui dari sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum terputus, pada suhu 25°C dan kecepatan tarik 5cm/menit. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat yang lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur .

#### **1.2.4.6 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal**

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat jenis dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu, 25°C. data berat jenis aspal dipergunakan untuk perhitungan dalam perencanaan dan evaluasi sifat campuran aspal beton (perhitungan Sgmix dan porositas).

#### **1.2.4.7 Pemeriksaan Viskositas**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan tingkat kekentalan (viskositas) aspal keras dengan menggunakan alat *saybolt viscosimeter* dan aspal cair dengan menggunakan alat Engler. Tingkat material bitumen dan suhu yang digunakan sangat tergantung pada kekentalannya. Kekentalan bitumen sangat bervariasi terhadap suhu, dari tingkatan padat, encer sampai cair. Hubungan antara kekentalan dan suhu sangat penting dalam perencanaan dan pengaruh material bitumen.

### **1.3 Perencanaan Campuran Aspal Panas (Hot Mix)**

Perencanaan campuran aspal panas (HOT MIX) termasuk aspal porus dilaksanakan dengan mengacu kepada spesifikasi yang ditentukan. Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce *Marshall*, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. 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* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Kinerja beton aspal padat dapat ditentukan melalui pengujian benda uji meliputi :

1. Penentuan berat volume benda uji

2. Pengujian nilai stabilitas adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis
3. Pengujian kelelahan (*flow*) adalah besaran perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan
4. Perhitungan kounsien *marshall* adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*
5. Perhitungan berbagai jenis volime pori dalam beton aspal padat ( VIM, VMA, VFB)

Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991. Secara umum dilaksanakan dengan tahapan berikut :

### **1.3.1 Pengujian Material**

Sebelum memasuki perencanaan campuran aspal, terlebih dahulu harus melaksanakan pengujian material : agregat kasar, agregat halus, dan *filler*. Sifat- sifat material memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

### **1.3.2 Penentuan gradasi agregat**

Gradasi masing-masing jenis agregat (kasar, halus, dan *filler*) ditentukan dalam spesifikasi suatu jenis campuran beraspal panas. Demikian pula penyaringan agregat dapat dilakukan dengan cara mencampur agregat kasar halus dan *filler* atau di sebut dengan (*blending*).

Pencarian gradasi agregat untuk campuran beraspal panas di laboratorium, bisa dilaksanakan tanpa mencampur agregat, yaitu berdasarkan gradasi ideal (batas tengah) spesifikasi gradasi agregat gabungan ditentukan. Masing-masing ukuran butir agregat diperoleh dengan mengayak agregat sesuai ukuran saringan yang ditentukan. Kemudian proporsi agregat dicari berdasarkan kumulatif persentase lolos gradasi ideal.

### **1.3.3 Penentuan Proporsi Agregat**

Pengelompokan agregat diperoleh dari hasil pengayakan. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 4 = 4,75 mm. Untuk agregat halus (lolos saringan No. 4 = 4,75 mm dan tertahan saringan No. 200 = 0,075 mm) dapat menggunakan abu batu. Sedangkan *filler* adalah material nonplastis yang lolos saringan No. 200 = 0,075 mm. *Filler* dapat berupa abu kapur fly ash, semen, dan lain-lain.

### 1.3.4 Estimasi Kadar Aspal Awal

Setelah proporsi masing-masing agregat diketahui, maka dilakukan perhitungan kadar aspal optimum perkiraan, adapun perhitungannya menurut depkimpraswil, 2004) sebagai berikut:

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + K \dots\dots\dots (1.1)$$

Berdasarkan hasil gradasi ideal maka di hitung nilai Pb dari campuran gradasi ideal tersebut:

$$\% CA = (100-43) = 57\%$$

$$\% FA = (43-7) = 36\%$$

$$\% FF = 7\%$$

Keterangan :

Pb = perkiraan kadar aspal terhadap campuran, prosentase berat terhadap campuran

% CA = % agregat kasar (*coarse aggregate*) terhadap berat total agregat, tertahan saringan nomor 8

% FA = % agregat halus (*fine aggregate*) terhadap berat total agregat, lolos saringan nomor 8 tertahan nomor 200

% FF = % *filler* terhadap berat total agregat, lolos saringan nomor 200

K = nilai kontanta kira-kira 0,5 sampai 1,0 untuk laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk lataston. Untuk jenis campuran lainnya digunakan nilai 1,0 sampai 2,5. Digunakan 1,0 untuk kontanta laston.

### 1.3.5 Penentuan Prosentase Material Terhadap Berat Total Campuran

Prosentase proporsi agregat dihitung berdasarkan berat total agregat. Karena dalam campuran terdapat kandungan aspal, maka perlu dihitung prosentase material terhadap total campuran. Untuk membuat sebuah sample umumnya diperlukan sekitar 1100 gram agregat yang proporsinya sesuai dengan ukuran butir agregat. Prosentase terhadap berat total campuran berubah sesuai dengan variasi kadar aspal.

### 1.3.6 Perhitungan Jumlah Material yang Dibutuhkan

Proporsi agregat kasar disesuaikan dengan prosentase ukuran butirnya yang sudah diperiksa (diayak) terlebih dahulu. Untuk agregat halus sudah bisa langsung menggunakan pasir halus lolos No. 4 (4,75 mm) dan tertahan No. 200 (0,075 mm).

### 1.3.7 Jumlah Sampel dan Pemanasan

Untuk setiap variasi kadar aspal, idealnya dibuat minimal 3 sample, kemudian karakteristik campuran diambil nilai rata-rata dua sample yang memberi hasil terbaik. Bila pencampuran dilaksanakan secara manual, agregat ditempatkan dalam waskom mental dan diaduk rata sebelum dipanaskan. Setelah panas, kemudian dituangi aspal sejumlah yang diperlukan, lalu diaduk dengan sendok metal serata mungkin. Untuk menguraangi kehilangan temperatur, yang bisa mengakibatkan agregat tidak terselimuti aspal dengan merata maka campuran dipanaskan bebeapa saat (2-5 menit), kemudian diaduk kembali sampai merata.

### 1.3.8 Pemadatan Sampel

Sebaiknya peralatan di bersihkan dan di panaskan untuk mempertahankan temperatur dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Pemadatan dilakukan sesuai dengan jumlah tumbukan sebagai berikut:

1. Pemadatan campuran AC-WC : 2 x 75 tumbukan
2. Pemadatan PRD : 2 x 200 tumbukan
3. Berat alat tumbuk : 4,5 kg
4. Tinggi jatuh : 8" = 45,7 cm

## 1.4 Pengukuran Volumetrik Sampel

Campuran beraspal panas pada dasarnya terdiri dari aspal dan agregat, proporsi masing-masing bahan harus dirancang sedemikian rupa agar dihasilkan aspal beton yang dapat melayani lalu lintas dan tahan terhadap pengaruh lingkungan selama masa pelayanan. Ini berarti campuran beraspal harus :

1. Mengandung cukup kadar aspal agar awet
2. Mempunyai stabilitas yang memadai untuk menahan beban lalu lintas
3. Mengandung cukup rongga udara (VIM) agar tersedia ruangan yang cukup untuk menampung ekspansi aspal akibat pemadatan lanjutan oleh lalu lintas dan kenaikan temperatur udara tanpa mengalami *bleeding* atau deformasi plastis

4. Rongga udara yang ada harus juga dibatasi untuk membatasi permeabilitas campuran.
5. Mudah dilaksanakan sehingga campuran beraspal dapat dengan mudah dihindarkan dan dapat sesuai dengan rencana memenuhi spesifikasi.

Dalam pedoman Teknik No. 025/T/BM/1999, kinerja campuran beraspal ditentukan oleh volumetrik campuran(padat) yang terdiri atas:

#### 1.4.1 Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyak pori. Agregat dengan berat jenis yang kecil mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat yang sama membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak. Disamping itu agregat dengan kadar pori yang besar membutuhkan jumlah aspal yang banyak.

Ada 3 jenis berat jenis yang dapat ditentukan berdasarkan manual PB 0202-76 atau AASTHO T 85-81.

##### 1. Bulk Specific Gravity (Berat Jenis Bulk)

Berat jenis bulk adalah berat jenis dimana volume yang diperhitungkan adalah seluruh volume pori yang ada (volume pori yang dapat diresapi air dan volume pori yang tidak dapat diresapi air).

$$Bulk\ SG = \frac{W_s}{V_p + V_i + V_s \cdot \gamma_w} = \frac{W_s}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$V_p$  = volume pori yang dapat diresap air

$V$  = Volume total dari agregat

$V_i$  = Volume pori yang tak dapat diresap air

$V_s$  = volume partikel agregat

$W_s$  = berat kering partikel agregat

$\gamma_w$  = berat volume air

$B_j$  = berat dalam keadaan jenuh

$B_a$  = berat dalam keadaan air

$B_k$  = berat agregat kering

Jika dianggap aspal hanya menyelimuti bagian luar dari agregat maka digunakan bulk *specific gravity*.

2. *Apparent Spesific Gravity* (Berat Jenis Apperent)

Jika yang diperhitungkan adalah volume partikel dan bagian yang dapat diresap air, maka disebut berat jenis apperent. Penggunaan berat jenis ini dalam perhitungan jika dianggap aspal dapat meresapi seluruh bagian yang dapat diresapi air.

$$Apperent SG = \frac{W_s}{V_s + V_i \cdot \gamma_w} = \frac{W_s}{Bk - Ba} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

- W<sub>s</sub> = berat kering partikel agregat
- V<sub>i</sub> = Volume pori yang tak dapat diresap air
- V<sub>s</sub> = volume partikel agregat
- γ<sub>w</sub> = berat volume air
- Ba = berat dalam keadaan air
- Bk = berat agregat kering

3. *Effective Specific Gravity* (Berat Jenis Effective)

Pada kenyataan nya aspal yang digunakan secara nolmal hanya akan meresapi Sebagian dari pori yang dapat diresapi oleh air itu. Dengan demikian sebaliknya menggunakan berat jenis *effective*.

$$Effective SG = \frac{W_s}{(V_s + V + V_i)} + \frac{Bj}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

- V = Volume total dari agregat
- V<sub>i</sub> = Volume pori yang tak dapat diresap air
- V<sub>s</sub> = volume partikel agregat
- W<sub>s</sub> = berat kering partikel agregat
- Bj = berat dalam keadaan jenuh
- Ba = berat dalam keadaan air

**1.4.2 Berat Jenis Maksimum Campuran**

Berat jenis maksimum campuran, G<sub>mm</sub> pada masing-masing kadar aspal dipelukan untuk menghitung kadar rongga masing-masing kadar aspal. Ketelitian hasil uji terbaik adalah bila kadar aspal campuran mendekati kadar aspal optimum. Sebaiknya pengujian berat jenis

maksimum dilakukan dengan benda uji sebanyak minimum dua buah (duplikat) atau tiga buah (triplikat). Selanjutnya berat jenis maksimum ( $G_{mm}$ ) campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung menggunakan berat jenis efektif ( $G_{se}$ ) rata-rata seperti berikut:

$$G_{mm} = \frac{W}{V_{sb} + V_b - V_{ba}} \dots\dots\dots(1.5)$$

Keterangan:

$G_{mm}$  = berat jenis maksimum campuran, rongga udara nol

$W$  = berat volume campuran yang telah dipadatkan

$V_{sb}$  = volume agregat(Bulk)

$V_b$  = volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan

$V_{ba}$  = volume aspal yang terabsorpsi

### 1.4.3 Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total, tidak terhadap campuran, perhitungan penyerapan aspal ( $P_{ba}$ ) adalah sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} G_b \dots\dots\dots(1.6)$$

Keterangan:

$P_{ba}$  = penyerapan aspal, persen terhadap agregat

$G_{sb}$  = berat jenis bulk agregat

$G_{se}$  = berat jenis efektif agregat

$G_b$  = berat jenis aspal

### 1.4.4 Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif ( $P_{be}$ ) 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 akan menentukan kinerja pekerasan beraspal. Rumus kadar aspal efektif adalah:

$$P_{be} = \left[ \frac{P_b - \frac{P_{ba}}{100}(100 - P_b)}{100 - \frac{P_{ba}}{100}(100 - P_b)} \right] 100 \dots\dots\dots(1.7)$$

Keterangan:

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

$P_b$  = kadar aspal, persen total campuran

$P_{ba}$  = penyerapan aspal, persen total agregat

#### 1.4.5 Rongga di Antara Mineral Agregat (VMA)

VMA (*Voids in Mineral aggregate*) adalah ruang di antara 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 ( $G_{sb}$ ) agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan campuran total dengan rumus berikut:

1. Terhadap berat campuran total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} - P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots(1.8)$$

Keterangan:

VMA = rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk

$G_{sb}$  = berat jenis bulk agregat

$G_{mb}$  = berat jenis bulk campuran padat

$P_s$  = kadar agregat, persen total campuran

2. Terhadap berat agregat total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100 + P_b)} 100 \dots\dots\dots(1.9)$$

VMA = rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk

$G_{sb}$  = berat jenis bulk agregat

$G_{mb}$  = berat jenis bulk campuran padat

$P_b$  = kadar agregat, persen total campuran

#### 1.4.6 Rongga di Dalam Campuran (VIM)

VIM (*Voids In Mix*) dalam campuran beraspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = 100 - \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(1.10)$$

Keterangan:

VIM = rongga udara campuran, persen total campuran

$G_{mb}$  = berat jenis balk campuran padat

$G_{mm}$  = berat jenis maksimum campuran

#### 1.4.7 Rongga Terisi Aspal (VFB)

VFB (*Voids With Bitumen*) adalah persen rongga yang terdapat di antara partikel agregat VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumus VFB adalah sebagai berikut;

$$VFB = \frac{100(VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(1.11)$$

Keterangan:

VFB = rongga terisi aspal persen VMA

VMA = rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk

VIM = rongga di dalam campuran, persen total campuran setelah pemadatan

#### 1.4.8 Stability

Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang permanen, dinyatakan dalam kg. Pengukuran stabilitas dengan uji *Marshall* diperlukan untuk mengetahui kekuatan tekan geser dari sampel yang ditahan dua sisi kepala penekan, dengan nilai stabilitas yang cukup tinggi diharapkan perkerasan dapat menahan beban lalu lintas tanpa terjadi kehancuran geser.

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing masing yang ditunjukkan oleh jarum arloji. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada arloji perlu dikonversi terhadap alat

*Marshall*. Hasil pembacaan di arloji stabilitas harus dikalikan dengan nilai kalibrasi proving ring yang digunakan pada alat *Marshall*. Pada penelitian ini, alat *Marshall* yang digunakan mempunyai nilai kalibrasi proving ring sebesar 12,72 stabilitas naik dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian turun.

#### 1.4.9 Kelelahan (*Flow*)

Nilai ditentukan oleh jarum arloji pembacann *flow* pada alat *marshall*.

Untuk arloji pembacaan *flow*, nilai yang didapat sudah dalam satuan mm, sehingga tidak perlu dikonversikan lebih lanjut.

*Flow* secara konsisten terus naik bertambahnya kadar aspal.



Gambar 1-4 Alat Uji *Marshall*

#### 1.4.10 *Marshall* Quotient (MQ)

*Marshall* quotient dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots(1.12)$$

Keterangan:

MQ = *Marshall* Quotient

MS = *Marshall* Stability

MF = *Flow Marshall*

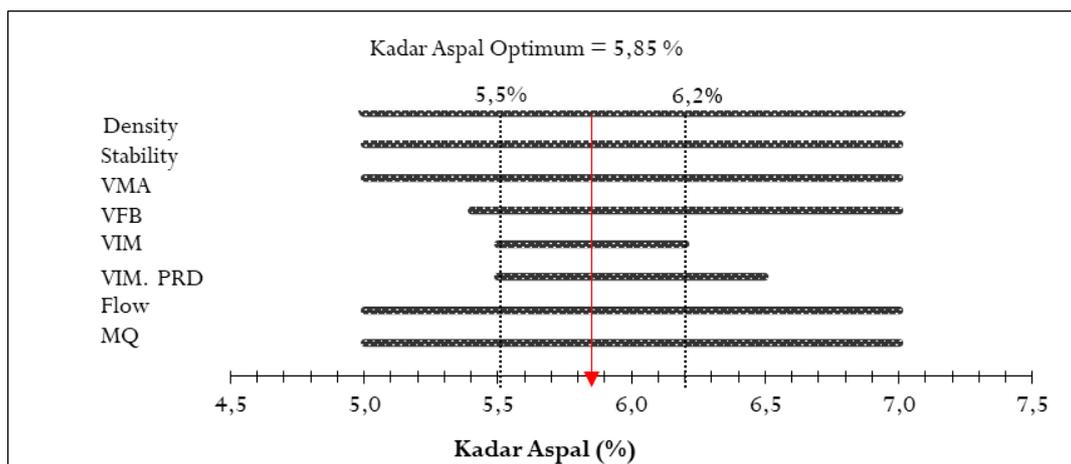
*Marshall* Quotient bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian turun.

#### 1.4.11 Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal pada suatu campuran AC mempengaruhi nilai Specific Gravity (SG), Void in Mix (VIM), Voids in Material Agregates (VMA), Voids Filled with Asphalt (VFA), Stability, *Flow*, dan *Marshall* Quotient

Kualitas dan kuantitas aspal dalam campuran sangat berpengaruh terhadap kinerja campuran lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas. Kadar aspal yang rendah dalam suatu campuran akan mengakibatkan lapis perkerasan mengalami retak-retak. Demikian juga kadar aspal yang berlebihan membuat lapis perkerasan mengalami bleeding. Oleh sebab itu, kadar aspal yang diperlukan dalam suatu campuran lapis perkerasan adalah kadar aspal optimum, yaitu suatu kadar aspal yang memberikan stabilitas tertinggi pada lapis perkerasan, dimana persyaratan yang lainnya juga dipenuhi, seperti nilai VIM, *flow* dan sebagainya, hingga pada akhirnya memberi umur pelayanan jalan yang lebih lama. Kadar aspal yang terpakai dalam campuran yang kemudian dihampar di lapangan adalah kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum menjadi persyaratan mutlak dalam setiap campuran lapis perkerasan beraspal. Besaran kadar aspal optimum berbeda-beda, tergantung dari propertis aspal, agregat, gradasi agregat dan jenis campuran itu sendiri. Lapis perkerasan yang di atas selalu lebih besar kadar aspalnya. Lapisan atas yang kedap air seperti AC-WC memiliki kadar aspal yang paling tinggi daripada lapis perkerasan di bawahnya. Hal ini disebabkan, karena aspal mampu mengisi rongga-rongga dalam campuran. Pengisian rongga-rongga ini dengan sendirinya akan memperkecil volume rongga, sehingga air tidak bisa masuk meresap ke lapisan aspal di bawahnya. Dengan kemiringan melintang badan jalan 2 – 4% air hujan akan mengalir keluar badan jalan

Untuk kadar aspal optimum, data *marshall* yang telah memenuhi spesifikasi kemudian di rata-ratakan dan hasilnya merupakan nilai dari kadar aspal optimum.



Gambar 1-5 Contoh cara mencari KAO (Kadar Aspal Optimum)

#### **1.4.12 Marshall Rendaman Optimum, PRD, dan Stabilitas Sisa**

*Marshall* rendaman dilakukan setelah diketahui kadar aspal optimumnya, kemudian membuat 9 briket direndam dalam water bath selama 30 menit 3 sampel dan 24 jam 6 sampel untuk prd dan Stabilitas sisa. Pengujian ini dimaksudkan mengetahui keawetan dan kerusakan yang diakibatkan oleh air.



Gambar 1-6 Water Bath