

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Umum**

Lalu lintas kendaraan menimbulkan muatan atau beban berulang-ulang pada suatu tempat dipermukaan jalan. Secara teoritis beban berulang-ulang ini bila frekuensinya sama dengan frekuensi dari kelenturan penahan beban tersebut maka penahan beban tersebut akan hancur atau dapat dikatakan akibat muatan berulang – ulang ini akan memperbesar nilai muatan dinamis sampai tak terhingga.

Bagian pekerasan paling atas (*surface*) akan mendapat tekanan paling besar dari pada bagian perkerasan di bawahnya karena semakin ke bawah penyebaran gaya akan semakin luas, oleh karena itu pekerasan bagian atas harus memiliki karakteristik tertentu yang tertuang dalam spesifikasi Teknik tentang jalan (Silvia Sukirman, 1992) pekerasan lentur jalan raya konstruksi pekerasan biasanya merupakan konstruksi pelat elastis yang berlapis-lapis. Bentuk konstruksi jalan yang sering digunakan adalah pekerasan bawah atau *sub base*, pekerasan atas atau *sub base*, dan lapisan penutup atau *surface*.

#### **2.2. Sifat dan Fungsi Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)**

(Sukirman, 2010) Lataston adalah Lapis permukaan yang menggunakan agregat bergradasi senjang dengan ukuran agregat maksimum 19 mm (3/4). Jenis Lataston lapisan Aus (*HRS-WC*) dan Lapis tipis pondasi (*HRS-BC*).

1. Tujuan Lataston adalah :

Bertujuan untuk mendapatkan lapisan permukaan atau lapisan antar pada perkerasan jalan raya yang dapat memberikan sumbangan daya dukung.

2. Fungsi Lataston yaitu :

- a. Sebagai pendukung beban lalu lintas.
- b. Sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
- c. Sebagai lapis aus.
- d. Menyediakan permukaan jalan yang rata.

3. Sifat Lataston yaitu :

- a. Tahan terhadap keausan akibat beban lalu lintas.
- b. Kedap air.

- c. Mempunyai nilai struktural yang tinggi.
- d. Mempunyai stabilitas yang tinggi.
- e. Peka terhadap penyimpangan perencanaan pelaksanaan.

(Sukirman,S.2007) menjelaskan bahwa lataston dapat digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas padat, ringan sampai dengan sedang .

### **2.3. Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan**

Perkerasan jalan harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan. Disamping itu konstruksi perkerasan lentur haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

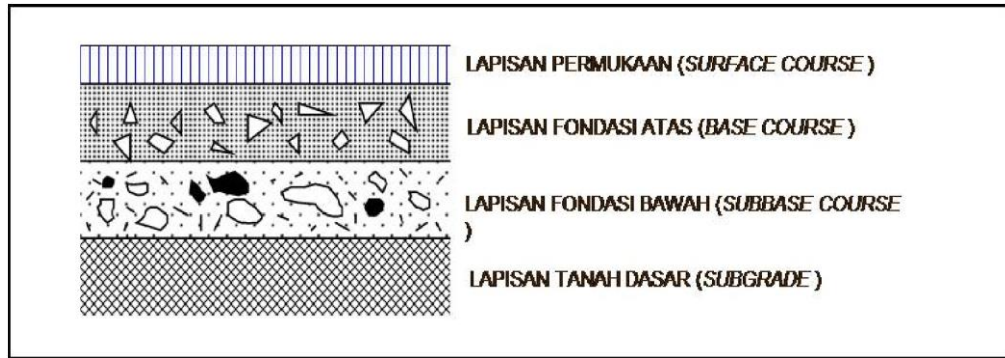
1. Syarat-syarat berlalu-lintas
  - a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
  - b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban roda kendaraan.
  - c. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah slip.
  - d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar.
2. Syarat-syarat kekakuan/struktural

Jika dipandang dari segi kemampuannya untuk memikul dan menyebarkan beban, konstruksi perkerasan harus memenuhi syarat berikut :

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan dibawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Lapisan-lapisan pada konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :

1. Tanah Dasar (*Sub Grade*)
2. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base*)
3. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
4. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)



Gambar 2.1.Susunan Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber : Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992.

Pekerasan campuran beraspal panas adalah campuran yang terdiri atas kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal. Pencampuran dilakukan sedemikian rupa, sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Untuk mengeringkan agregat dan memperoleh kekentalan aspal dalam pencampuran dan pengerjaannya, maka kedua-duanya harus dipanaskan masing-masing pada suhu tertentu.

Salah satu lapisan pekerasan yang menggunakan campuran yang beraspal panas adalah Lapis tipis Atas Aspal Beton (Lataston) atau yang dikenal dengan *Hot Roller Sheet (HRS)*. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi senjang dengan aspal keras, dicampurkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu yang berfungsi sebagai lapis pekerasan penahan beban roda, lapis kedap air, lapis aus, dan lapis yang menyebarkan beban kelapisan kebawanya. Untuk mendapatkan campuran dengan kualitas tersebut, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jenis aspal, kadar aspal, kelekatan agregat terhadap aspal, bentuk butiran, gradasi agregat serta komposisi campuran (*mix design*) yang pengerjaannya harus sesuai dengan spesifikasi Teknik tentang jalan yang berlaku saat ini. Pedoman perencanaan campuran beraspal panas dengan pendekatan kepadatan mutlak, spesifikasi Teknik tentang jalan yang berlaku saat ini.

Untuk memperoleh campuran dengan hasil yang baik maka prosedur khusus diberikan dalam spesifikasi harus benar-benar diikuti. ada dua faktor penting yang harus diperhatikan yaitu :

1. Diperolehnya gradasi yang benar-benar senjang.
2. Dicapainya rongga udara pada kondisi kepadatan mutlak sesuai dengan ketentuan campuran ini. Untuk memperoleh gradasi senjang, hampir selalu diperlukan pencampuran antara pasir halus dengan batu pecah.

## 2.4. Bahan Agregat

Menurut Sukirman (2003), secara umum agregat adalah material perkerasan berbutir yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*).

Agregat juga dapat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (*Solid*). Agregat juga didefinisikan sebagai batuan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berukuran kecil. Berdasarkan besar kecilnya butiran agregat dibagi atas agregat kasar dan agregat halus.

### 2.4.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm). Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Adapun ketentuan agregat halus menurut spesifikasi Bina Marga dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Halus**

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Kadar Lempung Angularitas (Kedalaman dari permukaan < 10 cm)	SNI 3423 :72008	Min. 45
Agregat lolos ayakan No.200	SNI 03-6877-2002	Min. 40

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2

### 2.4.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan diatas saringan 2,36 mm (No.8), yang dilakukan secara basah dan harus bersih, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan. Dengan kata lain agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir 2,36 mm sampai 19 mm

Ketentuan yang harus dipenuhi oleh agregat kasar menurut spesifikasi Bina Marga dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Ketentuan Gradasi Agregat Kasar**

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407 : 2008	Max 12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417 : 2008	Max 30 %
	Semua jenis campuran aspal bergradasi		Max 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-24391991	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method PTM No.621	95/90
Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10 cm)			80/75
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Max 10 %
Material lolos ayakan No. 200		SNI 03-41421996	Max 1 %

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2

Catatan : 80/75 menunjukkan bahwa 80 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih 75% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

#### 2.4.3. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018- Revisi

Dalam spesifikasi ada beberapa pengujian yang perlu yang di lakukan untuk mengetahui apakah masuk dalam kelayakan agregat kelas A dalam penelitian ini ada beberapa pengujian yang perlu dilakukan dan tidak perlu di lakukan pengujian yang perlu di lakukan antara lain pengujian. Analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, dan abrasi. Penelitian tidak yang perlu dilakukan yaitu pengujian kadar lempung angularitas dan pengujian partikel dan lonjong. telah di uji Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Belu. Hasil pengujian dapat di lihat pada lampiran.

#### 2.4.4. Bahan Pengikat (*Aspal*)

Aspal adalah bahan hidro karbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air dan viskoelastis. Aspal sering disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang dimanfaatkan sebagai lapis perkerasan lentur.

Fungsi aspal sebagai material perkerasan jalan adalah :

1. Sebagai bahan pengikat : memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan agregat itu sendiri.
2. Sebagai bahan pengisi : mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada didalam butir agregat itu sendiri.

## 2.5. Sifat – sifat Campuran

Sifat-sifat campuran yang dihasilkan harus memenuhi standar spesifikasi sebagai tertera pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.4 Persyaratan sifat-sifat campuran Lastaton**

Sifat-sifat campuran		Lastaton	
		Wc	Base
Penyerapan Aspal (%)	max	1,7	
Jumlah tumbukan		75	
Rongga dalam campuran VIM (%)	Min	3,5	
	Max	5	
Rongga dalam Agregat(VMA)(%)	min	17	18
Rongga terisi aspal(%)	Min	68	
Stabilitas Marshall(%)	Min	800	
	Max	-	-
Kelelehan (mm)		3	5
Marshall quotient(kg/mm)	Min	250	300
Stabilitas Marshall sisa(%) setelah prendaman selama 24 jam,60°C	Min	75	
Rongga dalam campuran (%)pada kepadatan membal( <i>refusal</i> )	Min	2	

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.

## 2.6. Metode Rancangan Agregat Gabungan

Agregat gabungan adalah gabungan antara beberapa fraksi agregat dengan presentase tertentu untuk mendapatkan gradasi dengan gradasi yang sesuai dengan spesifikasi. Agregat gabungan untuk campuran aspal ditunjukkan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*Restriction Zone*) Gradasi Agregat Gabungan. Untuk memperoleh gradasi Agregat yang sesuai dengan spesifikasi agregat, maka kombinasi agregat dapat ditentukan dari dua atau lebih fraksi agregat, yang penggabungannya dapat dilakukan dengan cara analitis atau grafis.

Dalam penelitian ini digunakan metode analitis rancangan agregat campuran dengan metode analitis dapat di tunjukan dalam rumus dasar dari proses pencampuran dua,tiga atau lebih fraksi agregat di bawah ini:

$$P = aA + bB + cC \dots\dots\dots(Persamaan 2.1)$$

Keterangan :

P = Persen lolos saringan dengan bukaan d mm yang di inginkan, diperoleh dari Spesifikasi campuran.

A = Persen lolos saringan fraksi agregat A untuk bukaan d mm.

B = Persen lolos saringan fraksi agregat B untuk bukaan d mm.

C = Persen lolos saringan fraksi agregat C untuk bukaan d mm.

a. = Proporsi dari fraksi agregat A.

b. = Proporsi dari fraksi agregat B.

c. = Proporsi dari fraksi agregat C.

$$(a + b + c) = 1 \text{ atau } 100 \%$$

Nilai a,b,c diperoleh dengan “*Trial and error*”, karena perhitungan P yang dilakukan untuk satu ukuran saringan belum tentu secara keseluruhan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran. Proporsi yang terbaik adalah proporsi yang dapat menghasilkan agregat campuran bergradasi mendekati gradasi tengah rentang spesifikasi.

**Tabel 2.5 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal**

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos	
		Latason (HRS)	
ASTM	(mm)	WC	BASE
1 1/2"	37,5		
1"	25		
3/4"	19	100	100
1/2"	12,5	90 – 100	90 -100
3/8"	9,5	75 – 85	65–100
NO.4	4,75		
NO.8	2,36	50– 72	35 – 55
NO.16	1,18		
NO.30	0,600	35 – 60	15 – 35
NO.50	0,300		
NO.200	0,075	6 – 12	0 – 9

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2

## 2.7 Karakteristik Umum Campuran Beraspal

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal panas adalah: stabilitas, fleksibilitas, durabilitas, ketahanan kelelahan, tahanan geser dan kemudahan pekerjaan.

### 2.7.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur, dan *bleeding/menggumpal* (Silvia Sukirman, 2003). Menurut kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut.

Campuran aspal yang mempunyai stabilitas yang cukup, pada penampilannya mampu menahan dorongan akibat pengereman (*Shoving*) tanpa menimbulkan alur bekas roda kendaraan atau lendutan jalan (*Rutting*) dan tetap menjaga bentuk dan kerekatan permukaannya. Oleh sebab itu nilai stabilitas yang diperlukan selalu harus dikaitkan dengan beban lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut. Nilai stabilitas terlalu tinggi berakibat campuran terlalu kaku (*Stiff*) dan dapat mengalami retak. Disamping itu volume antara agregat *Void in Mineral Aggregate (VMA)* kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran butir, penguncian antara partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan:

1. Agregat dengan gradasi yang rapat
2. Agregat dengan permukaan yang kasar
3. Agregat berbentuk kasar
4. Aspal dengan penetrasi rendah
5. Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

### 2.7.2. Kelenturan (*Fleksibilitas*)

Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi) pergerakan yang terjadi pada pondasi atau tanah dasar tanpa menimbulkan retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli.

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :



1. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh *Void in Mineral Aggregate* (VMA) yang besar.
2. Penggunaan aspal lunak ( aspal dengan penetrasi tinggi)
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh *Void In Mix* (VIM) yang kecil. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dan kadar aspal yang tinggi.

### **2.7.3. Keawetan/Daya Tahan (*Durabilitas*)**

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton:

1. Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal akan menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi *bleeding* menjadi tinggi.
2. VIM kecil sehingga lapisan kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang mengakibatkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.
3. VMA besar, sehingga film aspal dibuat besar. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* itu besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini di pergunakan agregat bergradasi senjang.

### **2.7.4. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*).**

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*Rutting*) dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

1. *Void In Mix* (VIM) yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
2. *Void in Mineral Aggregate* (VMA) yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel

### **2.7.5. Tahanan Geser (*Skid Resistance*)**

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami selip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

Tahan geser tinggi apabila :

1. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*.
2. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar
3. Penggunaan agregat berbentuk kubus
4. Penggunaan agregat kasar yang cukup

#### **2.7.6 Kemudahan Pekerjaan (*Workability*)**

Kemudahan pekerjaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
3. Kandungan bahan pengisi (*Filler*) yang tinggi mengakibatkan pelaksanaan yang lebih sukar.

#### **2.7.7 Hubungan antara Kadar Aspal dengan Parameter *Marshall***

Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall* adalah :

1. Stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum, dan setelah itu stabilitas akan menurun.
2. Kelelahan atau *flow* akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal
3. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.
4. Lengkung *VIM* akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum.
5. Lengkung *VMA* akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal.
6. Lengkung *VFA* akan bertambah dengan bertambahnya kadar aspal, karena dalam hal *VMA* makin banyak terisi oleh aspal.

7. Marshall Question (MQ) yaitu hasil bagi stabilitas dan flow, yang di gunakan sebagai indicator kelenturan yang potensial terhadap keretakan nilai Marshall Questiont dinyatakan dalam kg/mm.

## 2.8 Pemeriksaan Dengan Alat *Marshall*

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat *Marshall*, yang pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall kemudian dikembangkan oleh *U.S.Corps of Engineer*. Saat ini pengujian *Marshall* mengikuti PC- 02 – 01 – 76 atau AASHTO T 245-74, atau ASTM D 1599 – 62T.

Alat *Marshall* merupakan alat ukur tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran, selain itu alat *Marshall* juga dilengkapi dengan arloji kelelahan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis.

Pemeriksaan *Marshall* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01". Benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di Laboratorium dalam centakan benda uji dengan menggunakan hammar (penumbuk) dengan berat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inch (45,7) dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.

Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat marshall, diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Kadar aspal, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma
2. Berat volume, dinyatakan dalam ton/m<sup>3</sup> atau kg/cm<sup>3</sup>
3. Stabilitas, dinyatakan dalam bilangan bulat, stabilitas menunjukkan kekuatan, ketahanan terhadap terjadinya alur (rutin)
4. Kelelahan plastis (*flow*), dinyatakan dalam mm atau 0,1 inch. *Flow* merupakan indicator terhadap lentur.
5. *VIM*, persen rongga dalam campuran, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma. *VIM* merupakan *indicator durabilitas*, kemungkinan *bleding*.
6. *VMA*, persen rongga terhadap agregat, dinyatakan dalam bilangan bulat *VMA* dan *VIM* merupakan indicator durabilitas.

7. Hasil bagi *marshall* (*Marshall quotient*) merupakan hasil bagi stabilitas dan *flow* dinyatakan dalam KN/mm merupakan indicator kelenturan yang potensial terhadap keretakan.
8. Penyerapan aspal, persen terhadap berat campuran, sehingga diperoleh gambaran terhadap berapa besar kadar aspal efektif.
9. Tebal lapisan aspal (film aspal), dinyatakan dalam mm. Film aspal merupakan petunjuk tentang sifat durabilitas campuran.
10. Kadar aspal efektif, dinyatakan dalam bilangan decimal satuan

## 2.9 Rumus-Rumus Untuk Campuran Beraspal.

Tata cara penentuan kepadatan mutlak campuran beraspal dimaksudkan untuk mengetahui nilai kepadatan tertinggi di laboratorium, dengan menggunakan salah satu cara yaitu dengan pemadatan getar listrik, atau dengan cetakan dan penumbuk *Marshall*.

Rumus - rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis penyerapan agregat kasar ( SK SNI M-08-1986 )

- a. Berat jenis kering ( *Bulk specific gravity* )

$$\frac{BK}{BJ - Ba} = \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

Berat jenis kering permukaan jenuh atau *SSD* ( *Saturated Surface Dry* )

$$\frac{BJ}{BJ - Ba} = \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.3)}$$

- b. Berat jenis semu ( *Apparent specific gravity* )

$$\frac{BK}{BK - Ba} = \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.4)}$$

- c. Penyerapan ( *Absorption* )

$$\frac{(BJ - BK)}{BK} = \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.5)}$$

Keterangan :

Bk = Berat uji kering oven ( gram )

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh ( gram )

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air ( gram )

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

- a. Berat jenis curah (bulk)

$$\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.6)}$$

b. Berat jenis kering permukaan (SSD)

$$\frac{500}{(B+500-Bt)} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.7)}$$

c. Berat jenis semu (apparent)

$$\frac{Bk}{(B+500-Bt)} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.8)}$$

d. Penyerapan

$$\frac{(500-Bk)}{(Bk)} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.9)}$$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven dalam gram

B = Berat piknometer berisi air, dalam gram

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh.

3. Pemeriksaan keausan dengan mesin *Los Angeles*

( SK SNI M – 10 – 1989 )

$$\text{Keausan} = \frac{a+b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.10)}$$

Keterangan :

a = Berat benda uji awal ( gram )

b = Berat benda uji tertahan saringan No. 12 ( gram )

4. Berat Jenis Agregat *Bulk*

$$\frac{P1 + p2 + p3 + \dots + pn}{G1 \quad G2 \quad G3 \quad \dots \quad Gn} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.11)}$$

Keterangan :

*Gab* = Berat lenis *bulk* total

P1, P2, P3 = Presentase masing-masing fraksi agregat (%)

G1, G2, G3 = Berat jenis masing-masing fraksi agregat

5. Berat Jenis Efektif Agregat

$$Gse = \frac{Pmm - pb}{Gmm - Gb} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.12)}$$

Keterangan :

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara

Pmm = Persen berat total campuran (=100)

Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum yang di uji dengan ASTM 2014, persen tertahan berat total campuran (%)

Gb = Berat jenis aspal

6. Berat Jenis Maksimum Dengan Aspal Berbeda

$$G_{mm} = \frac{p_{mm}}{P_s + P_b} \times G_{se} \times G_b \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.13})$$

Keterangan :

P<sub>s</sub> = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

7. Penyerapan Aspal

$$p_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \times G_b \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.14})$$

Keterangan :

P<sub>ba</sub> = Penyerapan aspal, persen total agregat (%)

G<sub>sb</sub> = Berat jenis *bulk* agregat

8. Kadar Aspal Efektif

$$p_{be} = p_b - \frac{p_{ba}}{100} \times p_s \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.15})$$

Keterangan :

P<sub>be</sub> = Kadar aspal efektif, persen total campuran (%)

9. Rongga Diantara Mineral Agregat

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100 + p_b)} \times 100 \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.16})$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk* (%)

G<sub>mb</sub> = Berat jenis bulk campuran padat (AASHTO T-166)

10. Ronggan di Dalam Campuran / *Void In Mix* (VIM)

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.17})$$

Keterangan :

V<sub>a</sub> = Rongga udara campuran, persen total campuran (%)

11. Rongga Terisi Aspal

$$VFA = \frac{100(VMA - V_a)}{VMA} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.18})$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal

## 2.10 Teknik Pengambilan Sample

Menurut Sugiyono (2003:74-78).“Sampling adalah teknik pengambilan sample”.

Ada dua macam teknik pengambilan sampel menurut Sugiyono yaitu:

### a. Random Sampling

Simple random sampling adalah teknik pengambilan sampel yang dilakukan secara acak (random) sehingga setiap kasus atau elemen dalam populasi memiliki kesempatan yang sebesar untuk dipilih sebagai sampel penelitian.

Ada tiga cara yaitu :

1. Cara undian adalah pengambilan sampel dengan cara memberikan kesempatan kepada setiap individu untuk menjadi anggota sampel.
2. Cara ordinal cara pengambilan sampel dengan cara kelipatan dari sampel sebelumnya, misalkan dua, kelipatan tiga, dan seterusnya.
3. Cara randomisasi adalah pengambilan sampling tabel bilangan random.

### b. Non Random Sampel adalah cara pengambilan sampel yang tidak semua anggota sampel diberi kesempatan untuk dipilih sebagai anggota sampel. Cara pengambilan sampel dengan non random ada tujuh cara yaitu :

1. *Proportional sampling* adalah pengambilan sampel yang memperhatikan pertimbangan unsur-unsur atau kategori dalam populasi penelitian.
2. *Sttatified sampling* adalah cara pengambilan sampel dari populasi yang terdiri dari strata yang mempunyai susunan bertingkat.
3. *Proporsive sampling* adalah cara pengambilan sampel dengan menetapkan ciri yang sesuai dengan tujuan.
4. *Quota sampling* adalah ruang dan tempat belajar yang tersedia dirumah maupun dikampus.
5. *Double sampling* atau kembar sering digunakan dalam research dan penelitian yang menggunakan angket lewat usaha menampung mereka dan mengembalikan dalam angket.
6. *Area probability sampling* adalah cara pengambilan sampel yang menunjukkan cara tertentu atau bagian sampel yang memiliki ciri-ciri populasi.
7. *Cluster sampling* adalah cara pengambilan sampel yang berdasarkan pada *cluster-cluster* tertentu.