

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Wetfix-Be

*Wetfix-Be* adalah bahan tambah yang sengaja dibuat atau dirancang khusus untuk penambahan material bahan perkerasan lentur, yaitu aspal beton baik aspal itu untuk Lapisan Pondasi (AC-Base), Lapis Antara (AC-BC), Lapis Aus (AC-WC) yang berada pada permukaan jalan yang berhubungan atau bersentuhan langsung dengan roda kendaraan. Anti *stripping* bekerja atau bereaksi Ketika bahan tambah ini telah di campur dengan aspal dan agregat dalam posisi panas atau dalam proses mix, anti *stripping* (Anti Pengelupas) pada perkerasan lentur antara aspal dan agregat bereaksi dengan agregat asam dan membuat hidropobik permukaan agregat, Solusi masalah pengelupasan dapat diminimalisir secara efektif menggunakan bahan tambah anti stripping ini. Bahan ini mempunyai sifat lekat yang baik dan cepat, larut dalam  $CS_2$  dan  $CCl_4$  mempunyai sifat berlemak dan tidak larut dalam air.

*Wetfix-Be* adalah bahan kimia anti striping yang disarankan dosis pemakaiannya yaitu 0,2% - 0,5% terhadap kadar aspal, berguna untuk meningkatkan ikatan dan menstabilkan campuran antara agregat dan aspal terutama pada musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan additive tambahan wetfix-Be menggunakan metode marshall pada lapis permukaan Asphalt *Concrete Binder Coarse* (AC-BC) dan mendesain Job Mix Formula (JMF) dalam membuat campuran aspal lapis aus permukaan AC-BC yang merupakan spesifikasi baru yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

*Wetfix-Be* juga dirancang khusus untuk campuran aspal panas sehingga didapatkan stabilitasi panas yang baik, *wetfix-be* juga dapat disimpan dalam aspal panas hingga 5 hari pada suhu sampai  $170^{\circ}C$  tanpa kehilangan aktivitas dan dosisnya tergantung pada jenis aspal dan

agregat yang digunakan. Memiliki lembar data kesehatan yang tidak berbahaya bagi manusia, selama tidak mendapat kontak mata dan mulut (Kholiq and Hidayatullah, 2018a)



**Gambar 2. 1** Zat Aditif Wetfix-Be

### **2.1.1 Manfaat Bahan Tambah Zat Aditif Anti Stripping**

Beberapa manfaat zat aditif *wetfix-be* terhadap campuran beton aspal pekerjaan jalan antara lain sebagai berikut:

1. Sebagai modifier aspal untuk meningkatkan ikatan agregat dan aspal.
2. Dapat digunakan untuk berbagai macam jenis agregat.
3. Pemeliharaan rutin menjadi berkurang.
4. Dapat memperpanjang umur jalan 3-4 tahun.
5. Jalan selalu baik terpelihara dan nyaman.
6. Meningkatkan kelekatan dengan mengurangi tegangan permukaan aspal dan agregat.(Fendi Santoso, 2017)

Salah satu usaha dalam meningkatkan kualitas aspal yaitu dengan menambahkan *Aditif Anti Stripping* tersebut dapat menjadikan karakteristik aspal sebagai bahan ikat akan lebih baik, yaitu dapat meningkatkan viskositas, keplastisan/lentur, kohesi bitumen, ketahanan terhadap deformasi permanen dan ketahanan terhadap kelelahan serta

menjadikan kerentanan bitumen terhadap panas menurun dan proses oksidasi bitumen menurun.

*Wetfix-be* merupakan bahan kimia yang dapat meningkatkan kohesi aspal, daya lekat, sehingga perekatan antara aspal dan material agregat akan semakin kuat. Hal ini dapat mencegah pelepasan butiran in pengelupasan serta meningkatkan kinerja campuran beraspal panas (*hot-mix*), sehingga dapat memperpanjang umur perkerasan jalan aspal. (Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2003) menyatakan perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan pada sarana transportasi. Perkerasan jalan yang sering dipakai adalah perkerasan lentur. Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat untuk agregat. Aspal mempunyai daya rekat yang kuat, yang mempunyai sifat *adhesive*, kedap air dan mudah dikerjakan. (Kholiq and Hidayatullah, 2018a)

Menurut Spesifikasi Umum 2010 Aditif kelekaran dan anti pengelupasan (*anti stripping agent*) harus ditambahkan dalam bentuk cairan kedalam campuran agregat dengan menggunakan pompa penakar (*dozing pump*) pada saat proses pencampuran basah di pugmill. Kuantitas pemakaian aditif *anti stripping* dalam rentang 0,2% - 0,5% terhadap berat aspal. *Anti stripping* harus digunakan untuk semua jenis aspal tetapi boleh tidak digunakan pada aspal modifikasi yang bermuatan positif. *Anti Stripping Agent* memiliki 2 (dua) fungsi utama yaitu bersifat aktif dan pasif. Aktif adhesi adalah perpindahan air di agregat selama tahap pencampuran awal konstruksi hotmix. Ketika agregat ditambahkan ke drum pengering, kelembaban dapat mencegah residu aspal dari lapisan agregat. (Kholiq and Hidayatullah, 2018b)

Fungsi aktif ini yaitu *anti stripping* sebagai pengubah tegangan permukaan dan memindahkan air dari permukaan agregat. *Anti stripping* juga berkerja sebagai adhesi pasif yaitu pengatur penyimpanan air yang merembes antara agregat dan aspal setelah jalan telah dibangun. Dalam

fungisinya, bahan anti pengelupasan bertindak sebagai penghubung antara agregat dan aspal.

Tanpa *anti-stripping* anti pengelupasan, air bisa merembes ke dalam agregat dan akan melepas ikatan aspal *Fatty Amino Polyamine* yang bersifat *Anti stripping agent* (Anti Pengelupasan) berbentuk cair. Memiliki efektifitas yang tinggi dan rendah terhadap bau yang ditimbulkan oleh bahan tersebut. Tunnclif, dkk,1984, menyebutkan *Anti-stripping agent* cair adalah senyawa kimia yang mengandung amina. Kebanyakan *Anti-Stripping agent* mengurangi tegangan permukaan antara aspal dan agregat dalam campuran. Kerusakan oleh kelembaban, dalam perkerasan aspal adalah hilangnya adhesi antara agregat dan aspal pengikat.

Faktor yang mempengaruhi anti stripping pengelupasan (additive anti stripping pengelupasan) antara lain:

1. Suhu aspal
2. Lamanya waktu tercampur di dalam aspal
3. Jenis anti *stripping agent*
4. Ketahanan panas dari anti *stripping* panas

Metode pemakaian additif anti pengelupasan (*anti stripping agent*).

1. Masukkan additif anti pengelupasan kedalam tangka aspal. Kemudian masukkan aspal dan sirkulasi selama  $\pm 15$  menit. Dengan menggunakan *dozing pump* disambung akan ke pipa aspal setelah pompa atau dimasukkan ketimbnagan aspal.

Adapun jenis *anti stripping agent* selain wetfix-be yaitu:

1. Derbo - 401

Derbo adalah jenis anti *stripping* yang berasal dari India. Di negara ini, anti pengelupasan ini telah lama diimpor. Anti Stripping ini telah diuji oleh IIP-Dedranun, SII-Delhi, CRRI-New Delhi yang menghasilkan produk-produk terbaik. Untuk campuran Hotmix, penggunaan *anti bitumen*. Sementara untuk perbaikan jalan penggunaannya berkisar

0.2%-0.5% dari berat bitumen. Penggunaan Derbo ini diyakini dapat memberikan keuntungan antara lain sebagai berikut:

1. Meningkatkan stabilitas Marshall sisa pada daerah dengan curah hujan yang tinggi.
2. Menghemat lebih dari 50% biaya maintenance.
3. Membantu konstruksi pada kondisi iklim lembab.
4. Harga cenderung lebih efektif jika dibandingkan anti pengelupasan yang lain.
5. Mengurangi kebutuhan dari agregat halus dan campuran.

## 2. Morlife 2200

Morlife 2200 adalah sebuah jenis-jenis anti stripping dengan performa tinggi berdasarkan ilmu kimia yang baru dan inovatif. Morlife 2200 meningkatkan ikatan-ikatan antara aspal dan agregat mengatasi masalah-masalah dengan adhesi campuran yang lemah.

### 2.1.2 Campuran Aspal Panas

Campuran beraspal panas (*hotmix*) adalah suatu kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Dalam campuran beraspal, aspal berfungsi sebagai bahan pengikat antar partikel agregat.

Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil. Umumnya hanya 4%-10% berdasarkan volume, namun mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu:

1. Sebagai bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan antara rongga aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.
3. Membuat jalan kedap air.
4. Menambah stabilitas.

Beberapa jenis campuran beraspal panas yang umum digunakan di Indonesia antar lain:

- a. AC (*Asphalt Concrete*) atau Laston (*lapisan aspal beton*).
- b. HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau Lataston (*lapis tipis aspal beton*).
- c. HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*) atau Latasir (*lapis tipis aspal pasir*).

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan di tanah dasar yang telah dipadatkan. Secara umum lapisan tersebut antara lain lapisan permukaan, lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah.

Lapisan permukaan (*surface course*) berfungsi sebagai:

1. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.
2. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak meresap langsung kelapisan dibawahnya dan melelehkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga menjadi aus.
4. Lapisan yang mendistribusikan beban kelapisan dibawahnya, sehingga dapat dipikul oleh lapisan yang lebih baik.

### **2.1.3 Agregat**

Secara umum agregat didefinisikan sebagai suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai campuran berupa berbagai jenis butiran atau pecahan seperti pasir, kerikil, agregat pecah, dan abu yang merupakan komponen utama lapisan perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat terhadap berat atau 75-85% terhadap volume.

## 2.2 Agregat

Agregat/batuan adalah bahan keras yang apabila dipadatkan sehingga Bersatu kuat akan membentuk struktur pokok bangunan jalan tanpa atau dengan penambahan bahan perekat.

Agregat juga didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang padat dan solid. ASTM (1974) mendefinisikan agregat/batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Banyaknya agregat dalam campuran perkerasan jalan pada umumnya berkisar antara 90% sampai dengan 95% terhadap total berat campuran atau 70% sampai dengan 85% terhadap volume campuran. (Tenri Ajeng, 2002)

Agregat dalam kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawah.

Kualitas suatu agregat sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat yang dikandungnya. Diantara sifat-sifat yang Adanya itu kekuatan, keawetan, daya rekat terhadap aspal dan kemudahan dalam pelaksanaan. Sifat kekuatan dan keawetan dipengaruhi oleh gradasi, kadar lumpur, kekerasan dan bentuk butir. Gradasi yang baik, seragam dan seimbang dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan karena rongga yang dibentuk mudah dimasuki oleh filler sehingga kerapatan meningkat.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas:

1. Agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan No. 8 (2,36mm) terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah.
2. Agregat halus, yaitu batuan yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0.075 mm) terdiri dari hasil pemecahan batu atau pasir alam.
3. Abu batu / mineral filler, terdiri atas bahan yang lolos saringan No. 200 (0.075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

### 2.2.1 Asal Agregat

Asal agregat dapat digolongkan dalam 3 kategori:

- a. Agregat dari batuan beku adalah agregat ini terjadi akibat pendinginan dan pembekuan dari bahan-bahan yang meleleh akibat panas.
- b. Agregat dari batuan endapan adalah agregat terjadi dari hasil endapan halus dari hasil pelapukan batuan bebas, tumbuh- tumbuhan, binatang. Jenis agregat dari batuan endapan antara lain: batuan kapur, batuan silika dan batuan pasir.
- c. Agregat dari batuan *methamorphik* adalah agregat yang terbentuk dari modifikasi alam. Seperti contoh batu kapur menjadi marmer dan batuan pasir menjadi kwarsa.

### 2.2.2 Gradasi Agregat

Gradasi ditentukan dengan melewatkan sejumlah material melalui serangkaian saringan dari ukuran besar ke ukuran kecil dan menimbang berat material yang tertahan pada masing-masing saringan. Kombinasi gradasi agregat campuran dinyatakan dalam persen berat agregat. (Risky Aynin Hamzah Oscar H. Kaseke, 2016)

**Tabel 2. 1** Ukuran Saringan Secara Umum

Ukuran saringan	Bukaan (mm)	Ukuran saringan	Bukaan (mm)
4 inchi	100,00	3/8 inchi	9,5
3½ inchi	90,00	No. 4	4,75
3 inchi	75,00	No. 8	2,36
2½ inchi	63,00	No. 16	1,18
2 inchi	50,00	No. 30	0,6
1 inchi	37,50	No. 50	0,3
1 ½ inchi	25,00	No. 100	0,15
¾ inchi	19,00	No. 200	0,075
½ inchi	12,50		

**Sumber:** Perkerasan Lentur Jalan Raya. Sukirman (2003).

Analisis saringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering. Analisis basah dilakukan untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200, mengikuti manual SNI-M-02-1994-03. Presentase lolos saringan ditentukan melalui pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (saringan kering) sesuai manual SNI-03-1968-1990.

Pemeriksaan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200, dengan menggunakan saringan basah dapat dilanjutkan dengan mengeringkan benda uji dan selanjutnya melakukan pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar.

### **2.2.3. Jenis – Jenis Gradasi Agregat**

Gradasi agregat yang digunakan sebagai campuran aspal dapat dibedakan atas 3 jenis, yaitu gradasi senjang, seragam, dan menerus. Berikut ini penjelasan mengenai ketiga jenis gradasi yang digunakan sebagai campuran aspal.

#### **A. Gradasi Senjang**

Gradasi senjang didefinisikan secara umum sebagai gradasi yang terdiri dari campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi hanya terdapat sedikit sekali sehingga gradasi ini dikategorikan sebagai gradasi buruk/jelek. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas. Salah satu jenis campuran aspal yang menggunakan gradasi senjang adalah lataston (lapis tipis aspalbeton) atau disebut HRS (*Hot Rolled Sheet*).

#### **B. Gradasi Seragam**

Merupakan gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/udara kosong antara agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan

lapisan perkerasan dengan sifat per meabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil. Jenis campuran aspal yang menggunakan gradasi seragam adalah burtu (laburan aspal satu lapis), burda (laburan aspal dua lapis), dan lapen (lapisan penetrasi).

#### C. Gradasi Agregat Menerus/Rapat

Suatu campuran dikatakan bergradasi rapat bila persentase lolos dari masing-masing saringan berimbang dan memenuhi persamaan penggambaran Lengkung *Filler*:

$$P = 100 \left(\frac{d}{D}\right)^{0.45}$$

P = Persen lolos saringan dengan bukaan d

d = Ukuran agregat yang sedang diperhitungkan (mm)

D = Ukuran maksimum partikel dalam gradasi tersebut. (mm)

Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kedap air dan berat volume besar. Jenis campuran aspal yang menggunakan gradasi rapat adalah latasir (lapis tipis aspal pasir) dan laston (lapis aspal beton).

#### 2.2.4. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan adalah kombinasi fraksi-fraksi agregat hasil Analisa saringan yang dipisahkan untuk mendapatkan proporsi masing-masing fraksi berdasarkan persentasi lolos saringan. Gradasi agregat gabungan tersebut merupakan gradasi gabungan antara agregat kasar, agregat halus, dan filler. Gradasi campuran beraspal panas dengan laston harus berada di luar daerah larangan dan berada di dalam batas-batas titik kontrol seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2. (Fadly Achmad, 2010)

**Tabel 2. 2** Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	%Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran								
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)		
	Kelas A	Kelas B	Gradasi senjang <sup>3</sup>		Gradasi semi senjang <sup>2</sup>		WC	BC	Base
			WC	Base	WC	Base			
55,7: 1½									100
25: 1								100	90-100
19: 3 ½	100	100	100	100	100	100	100	90-100	76-90
12,5: ½			90-100	90-100	87-100	90-100	90-100	75-90	60-78
9,5: 3/8	90-100		75-85	65-90	55-88	55-70	77-90	66-82	52-71
4,75: 4							53-69	46-64	35-54
2,36: 8		75-100	50-72 <sup>3</sup>	35-55 <sup>3</sup>	50-62	32-44	33-53	30-49	23-41
1,18: 16							21-40	18-38	13-30
0,600: 30			35-60	15-35	20-45	15-35	14-30	12-28	10-22
0,300: 50					15-35	5-35	9-22	7-20	6-26
0,150:100							6-15	5-13	4-10
0,075:200	10-15	8-13	6-10	2-9	6-10	4-8	4-9	4-8	3-7

**Sumber:** Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga.(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018)

### 2.3 Penyusun Material Asphalt Concrete Binder Course ( AC– BC )

Mutu dari jalan aspal beton Sebagian besar ditentukan oleh mutu bahan–bahan nya yaitu agregat, aspal semen, dan kadang–kadang mineral pengisi.

Sebelum memulai pekerjaan terlebih dahulu harus disiapkan persediaan bahan dalam jumlah yang cukup untuk menjamin kesinambungan pekerjaan. Untuk menjamin keseragaman campuran, sebaiknya menggunakan bahan dari sumber yang tetap.

### 2.3.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat hasil pemecahan batu yang mempunyai sifat lolos saringan No.8 tertahan saringan No. 200. Fungsi utama agregat halus adalah untuk menyediakan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari perkerasan melalui keadaan saling mengunci dan gesekan antar butiran. Untuk hal ini maka sifat eksternal yang diperlukan adalah bentuk menyudut dan kekasaran permukaan butiran. Agregat halus harus bersih, kering kuat bebas dari gumpalan–gumpalan lempung dan bahan-bahan lain yang mengganggu serta terdiri dari butiran – butiran yang bersudut tajam dan mempunyai permukaan yang kasar. Agregat halus harus mempunyai ekivalen pasir minimum 50% (AASHTO0179).

**Tabel 2. 3** Persyaratan Karakteristik Agregat Halus

Jenis pengujian	Cara Pemeriksaan	Standar
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	-
Berat Jenis Bulk	SNI 03-1970-1990	Min. 2,5
Berat Jenis SSD		Min. 2,5
Berat Jenis Semu		Min. 2,5
Penyerapan		Maks. 3%
Kadar lumpur	SNI 03-6877-2002	Maks. 1%

**Sumber:** Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga. ('Spesifikasi Umum 2018 - DIVISI 6 Perkerasan Aspal', 2018)

### 2.3.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 8 = 2,36 mm (Sukirman, 2003). Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan bersih, kuat awet dan bebas dari bahan lainnya yang mengganggu serta memenuhi persyaratan. Agregat kasar ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan mempunyai ketahanan terhadap selip berkendara yang tinggi sehingga lebih menjamin keamanan berkendara.

Agregat kasar yang mempunyai bentuk butiran yang bulat memudahkan proses pemadatan, tetapi rendah stabilitas nya, sedangkan yang berbentuk menyudut sulit dipadatkan tetapi mempunyai stabilitas yang tinggi. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran AC-BC, untuk itu nilai *Los Angeles Test* harus dipenuhi.(Sukirman, 2003)

**Tabel 2. 4** Persyaratan Karakteristik Agregat Kasar

Jenis pengujian	Cara Pemeriksaan	Standar
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	-
Berat Jenis Bulk	SNI 03 -1969-1990	Min. 2,5
Berat Jenis SSD		Min. 2,5
Berat Jenis Semu		Min. 2,5
Penyerapan		Maks. 3%
Los Angele Tes	SNI 03-2427-1990	Maks. 40%
Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (AIV)	SNI 03-4426-1997	Maks. 30%

**Sumber:** Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018)

### 2.3.3 Bahan Pengisi (*filler*)

*Filler Fraction* (FF) atau bahan pengisi untuk campuran aspal adalah bahan mineral non plastis, kering, dan bebas dari gumpalan-gumpalan serta bila diuji dengan pengayakan basah harus mengandung bahan yang lolos saringan No. #200.

Fungsi *filler* yaitu untuk mengisi rongga antara gregat halus dan kasar yang dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Macam bahan pengisi yang dapat digunakan ialah abu batu, kapur padam, Portland cement (PC), debu dolomite, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya.

*Filler* atau abu batu yang bertekstur butiran halus, tajam dan berwarna abu-abu. Memiliki sifat awet, keras dan unsur *pozzolan* (memiliki kandungan senyawa silika serta alumina yang tidak bersifat semen, namun bentuk halus nya jika tercampur air dapat berubah menjadi *massa* padat).

Filler yang digunakan harus kering dan bebas dari pengumpulan dan bila diuji dengan pengayakan basah harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 tidak kurang dari 70% beratnya. Bila mana kapur tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian, digunakan sebagai bahan pengisi yang ditambahkan maka proporsi maksimum yang di ijin kan adalah 1,0 % dari berat total campuran beraspal. Kapur yang seluruh nya terhidrasi yang dihasilkan pada pabrik yang disetujui dan memenuhi persyaratan dapat digunakan maksimum 2% terhadap berat total agregat. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2% dari berat total agregat.(Risky Aynin Hamzah Oscar H. Kaseke, 2016)

Bahan pengisi bertujuan untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah karena banyak terserap dalam bahan bitumen maka akan menaikkan volumenya. Selain itu bahan pengisi (*filler*) dapat mengurangi volume pori-pori atau rongga sehingga dapat meningkatkan kepadatan dan dapat menurunkan permeabilitas campuran aspal. Spesifikasi pengujian berat *filler* mengacu pada SNI 03-1969-1991.(Vebi Rante Ta'dung, 2021)

#### **2.3.4 Asphalt**

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua pada temperature yang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai temperature tertentu aspal akan menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus agregat pada waktu pembuatan *Asphalt*

*Concrete Binder Course (AC BC)*. Jika temperature mulai turun aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempat nya (sifat termo plastis).

Berdasarkan nilai penetrasi, *American Society for Testing and Materials* dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) membagi aspal untuk keperluan perkerasan jalan menjadi: Aspal Penetrasi 40/50, aspal penetrasi 60/70, aspal penetrasi 80/100, aspal penetrasi 120/150, dan aspal penetrasi 200/300.

Aspal untuk AC-BC harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai dengan 175° C tidak berbusa dan memenuhi persyaratan.(Fendi Santoso, 2017)

Aspal dengan penetrasi 60/70 cocok digunakan di daerah Toraja yang bercuaca dingin dengan volume lalu lintas sedang karena daya ikat aspal penetrasi 60/70 akan cenderung stabil pada suhu dingin dengan beban lalu lintas sedang. Untuk aspal dengan penetrasi 80/100 cocok digunakan untuk daerah Makassar yang bercuaca panas dengan volume lalu lintas tinggi karena daya ikat aspal penetrasi 80/100 akan cenderung stabil pada suhu panas dengan beban lalu lintas berat.

Pada peneliti anini menggunakan aspal penetrasi 60/70 yang diartikan sebagai nilai hasil pengujian penetrasi aspal pada saat jarum penetrasi standar dengan beban 100 gr menembus aspal pada waktu 5 detik yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm nilainya antara 60 sampai dengan 70 mili meter. Pengujian penetrasi dimaksudkan untuk mengukur kekerasan/kelunakan aspal.

**Tabel 2.5** Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi ,25°C; 100gr; 5 detik; (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2	Titik Lembek, (°C)	SNI 06-2434-1991	48 – 58
3	Titik Nyala &Titik Bakar, (°C)	SNI 06-2433-1991	Min. 200

4	Berat Jenis (gr/cc)	SNI 06-2441-1991	Min. 1
5	Kehilangan Berat (%)	SNI 06-2440-1991	Maks. 0,8
6	Daktilitas (cm)	SNI 06-2432-1991	Min. 100

**Sumber:** Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga.

## 2.4 Aspal

Aspal merupakan campuran dari senyawa hidrokarbon dan senyawa-senyawa utama yaitu Aromat, Naphaten dan Alkan. Aspal yang digunakan untuk bahan pengikat pada perkerasan jalan bersifat flexible dan lentur sehingga disebut juga perkerasan lentur (*flexible pavement*). Umumnya persentase aspal hanya 4-10% terhadap volume campuran, namun mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu:

1. Aspal sebagai bahan pengikat, agar agregat tidak lepas dan tidak mudah terkelupas akibat beban lalu lintas sehingga aspal dapat memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat.
2. Aspal sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori-pori dari agregat.
3. Aspal membuat jalan kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan dibawahnya dari pengaruh air.

Agar aspal dapat berfungsi seperti yang diharapkan, maka secara umum aspal harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Aspal homogen dan tidak terlalu bervariasi.
- b. Aspal tidak peka terhadap perubahan suhu di lapangan.
- c. Aspal harus memberikan lapisan yang elastis atau tidak getas sehingga perkerasan tidak mudah retak.
- d. Aspal aman saat pengerjaan terutama dari bahaya kebakaran.
- e. Aspal tidak cepat rapuh atau lapuk akibat penuaan.
- f. Aspal mempunyai adhesi (kelekatan) yang baik terhadap agregat yang dilapisi.
- g. Aspal mudah dikerjakan.

- h. Aspal sesuai dengan kondisi daerah yang bersangkutan.
- i. Aspal harus dapat melapisi agregat dan mengisi rongga antara gregat sehingga perkerasan cukup kedap terhadap air.
- j. Aspal memberikan kinerja yang baik terhadap campuran beraspal.

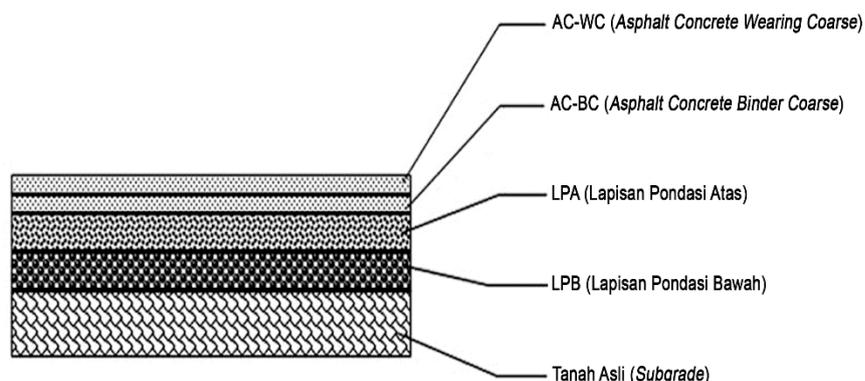
Karateristik aspal tersebut menjadi latar belakang adanya ketentuan yang diatur dalam spesifikasi. Beberapa ketentuan dan pengujian aspal berikut bertujuan untuk menjamin tercapainya karateristik aspal yang dibutuhkan:

1. Pengambilan sampelas paluntuk bahan uji.
2. Pengujian penetrasi.
3. Pengujian titik lembek.
4. Pengujian daktilitas.
5. Pengujian titik nyala dan titik bakar.

Metode atau prosedur pengujian-pengujian yang disebutkan diatas, diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk tiap jenis pengujian.(Vebi Rante Ta'dung, 2021)

#### 2.4.1 Perkerasan Aspal

Pekerasan jalan aspal memiliki beberapa susunan lapis struktur antara lain tanah dasar, tanah timbunan, LPB, LPA, AC-BC, Dan AC-WC seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2. 2** Susunan Lapisan aspal

Berikut penjelasan singkatnya mulai dari Struktur paling bawah.

1. Tanah Asli/*Subgrade* adalah tanah eksisting yang ada di lokasi proyek. Tanah dasar ini pun harus memiliki spesifikasi mutu. Biasanya CBR Min 6%. Apabila hasil pengujian tanah dasar mencapai 6% menggunakan DCP maka sudah layak untuk ditimbun.
2. *Selected embankment* adalah tanah timbunan dengan material pilihan seperti bebatuan lunak.
3. LPB (Lapis Pondasi Bawah) adalah lapis struktur yang menggunakan agregat kelas B.
4. LPA (Lapis Pondasi Atas) adalah lapisan struktur pondasi yang berhubungan langsung dengan aspal karena tepat di bawah aspal. Struktur ini menggunakan agregat kelas A.
5. AC-BC (*Asphalt Concrete Binder Coarse*) adalah beton aspal yang terletak tepat di atas LPA. Campuran beton aspal ini terdiri dari beberapa fraksi agregat batu pecah dengan ukuran yang berbeda, abu batu dan kadaraspaltertentu. Yang membedakan dengan AC-BC adalah ukuran fraksi agregat dan kadar aspal pada AC-BC yang lebih rendah.
6. AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Coarse*) adalah beton aspal yang terletak paling atas yang menerima beban langsung kendaraan dan menentukannya mantidaknya.

#### **2.4.2 Stabilitas**

Didalam campuran beton aspal yang paling utama adalah cukupnya stabilitas yang dapat menahan deformasi dan kelelahan plastis yang diakibatkan oleh beban statis dan dinamis oleh lalu lintas sehingga tidak layak menimbulkan bekas roda, keriting dan penurunan atau kenaikan pada permukaan perkerasan jalan. Spesifikasi stabilitas untuk perkerasan bergantung pada jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir,

penguncian antar partikel dan daya ikat yang lebih baik dari aspal. Nilai stabilitas dinyatakan dalam kg atau KN.(Risky Aynin Hamzah Oscar H. Kaseke, 2016)

#### **2.4.3 Kelelahan Plastis (*Flow*)**

Kelelahan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam mm atau inch. Nilai kelehan yang tinggi memberikan ciri campuran yang plastis disebabkan kadar aspal yang tinggi. Sedangkan jika nilai kelelahan amat rendah akan memberikan ciri campuran yang kaku disebabkan kadar aspal yang rendah.(Risky Aynin Hamzah Oscar H. Kaseke, 2016)

#### **2.4.4 Marshall (Quotient)**

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara stabilitas dengan kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kg/mm. Campuran dengan stabilitas tinggi dan kelelahan plastis yang rendah menghasilkan nilai MQ yang tinggi dan menunjukkan campuran tersebut kaku, sehingga perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk jika mengalami beban lalu lintas, seperti potensial terhadap retak. Sebaliknya campuran dengan stabilitas yang rendah dengan kelelahan plastis yang tinggi menghasilkan MQ rendah, sehingga cenderung plastis dan tidak stabil.(Risky Aynin Hamzah Oscar H. Kaseke, 2016).

### **2.5 Metode Marshall**

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 cincin pengujian berkapasitas 22,2 KN (5000 lbf) dan *flowmeter*. Cincin pengujian digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flow meter* untuk mengukur kelelahan plastis.

Secara garis besar pengujian Marshall meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan flow, dan perhitungan sifat volumetric benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Jumlah benda uji yang disiapkan.
- b. Persiapan agregat yang akan digunakan.
- c. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
- d. Persiapan campuran aspal beton.
- e. Pemadatan benda uji.
- f. Persiapan untuk pengujian Marshall.

Jumlah benda uji yang disiapkan ditentukan dari tujuan dilakukannya uji Marshall tersebut. AASHTO menetapkan minimal 3 buah benda uji untuk setiap kadar aspal yang digunakan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105-110°C. Setelah dikeringkan agregat dipisah-pisahkan sesuai fraksi ukurannya dengan mempergunakan saringan.

Temperatur pencampuran bahan aspal dengan agregat adalah temperature pada saat aspal mempunyai viskositas kinematis sebesar  $170 \pm 20$  centistokes, dan temperature pemadatan adalah temperature pada saat aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar  $280 \pm 30$  centistokes. Karena tidak diadakan pengujian viskositas kinematis aspal maka secara umum ditentukan suhu pencampuran berkisar antara 145 °C-155 °C, sedangkan suhu pemadatan antara 110 °C-135 °. (Sukirman, 2003)

## **2.6 Kadar Aspal Dalam Campuran**

Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat dalam campuran agregat. Perkerasan dengan bahan ikatan aspal akan terbuka di alam dan langsung dipengaruhi oleh perubahan cuaca. Jika aspal yang diberikan

lebih rendah dari kebutuhan optimal, maka ikatan yang timbul kurang sempurna, sebaliknya pemberian yang berlebihan akan memberikan ikatan yang baik tetapi pada suhu tinggi kelebihan aspal akan berakibat stabilitas menurun. Untuk itu diperlukan jumlah aspal yang tepat.

### 2.6.1. Percobaan Laboratorium

Rumus umum untuk menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb) pada campuran adalah:

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

Dengan:

Pb = kadar aspal perkiraan, persen terhadap berat campuran

CA = persen agregat tertahan saringan no. 8

FA = persen agregat lolos saringan no. 8 tertahan saringan no. 200

FF = persen filler lolos saringan no. 200

K = konstanta (0,5 = 1 untuk laston)

### 2.6.2. Fungsi Aspal Pada Perkerasan Jalan

Aspal yang dipergunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan Pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan sesama aspal.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada dalam butir agregat itu sendiri.

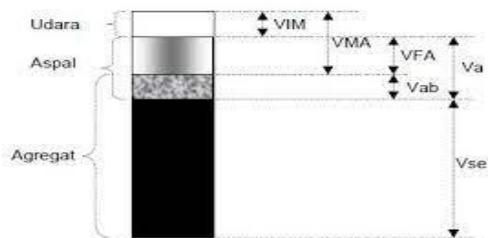
Fungsi utama aspal untuk kedua jenis proses pembentukan berbeda. Pada proses prahampar aspal yang dicampur dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir, dan meresap kedalam pori masing-masing butir.

### 2.7 Sifat Volumetik dari Campuran Aspal Beton

Aspal beton dibentuk dari agregat, aspal, dan atau tanpa bahan tambahan, yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi

pencampuran pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga berbentuk aspal beton padat. Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetric dari aspal beton padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan. Parameter yang biasa digunakan adalah:

1.  $V_{mb}$  : Volume *bulk* dari aspal beton padat
2.  $V_{sb}$  : Volume agregat, adalah volume *bulk* dari agregat
3.  $V_{se}$  : Volume agregat, adalah volume efektif dari agregat
4.  $VMA$  : Volume pori di antara butir agregat campuran, dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal.
5.  $V_{mm}$  : Volume tanpa pori dari aspal beton padat.
6.  $VIM$  : Volume pori aspal beton padat.
7.  $VFB$  : Volume pori aspal beton padat yang terisi oleh aspal
8.  $V_{ab}$  : Volume aspal yang terabsorpsi ke dalam agregat dari aspal beton padat.
9. Tebal film aspal: tebal film aspal atau selimut aspal sering kali digunakan pula untuk menentukan karakteristik aspal beton.



**Gambar 2.3.** Sistematis Berbagai Jenis Volume Aspal Beton

## 2.8 Parameter dan Formula Perhitungan

Data-data yang diperoleh dari test Laboratorium dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus berikut ini.

### 2.8.1 Berat Jenis

Agregat total terdiri atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi/*filler* yang masing-masing mempunyai berat jenis yang

berbeda, baik berat jenis kering (*bulk spesific gravity*) dan berat jenis semu (*apparent gravity*). Setelah didapatkan Kedua macam berat jenis pada masing-masing agregat pada pengujian material agregat maka berat jenis dari total agregat tersebut dapat dihitung dalam persamaan berikut:

1. Berat jenis agregat kasar dengan rumus:

$$\text{Berat Jenis Bulk} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)}$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{Bj}{(Bj - Ba)}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)}$$

Keterangan:

- Bk : Berat benda uji kering oven (gram)
- Bj : Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
- Ba : Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

2. Berat jenis agregat halus dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{Bk}{B + Bc - Bt}$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{Bc}{(B + Bc - Bt)}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$$

Keterangan:

- Bc : Berat contoh (gram)
- Bk : Berat benda uji kering oven (gram)
- B : Berat piknometer + berat air (gram)

Bt : Berat pikno meter + berat benda uji + berat air  
(gram)

### 3. Berat Jenis Campuran Maksimum (GMM)

$$\text{Berat Jenis} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)}$$

Keterangan:

Bk : Berat kering campuran yang belum dipadatkan

Ba : Berat campuran yang belum dipadatkan di dalam air

### 4. Berat Jenis Efektif Agregat

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}}$$

Keterangan :

Gmm : Berat jenis maksimum campuran

Pmm : Persen terhadap total campuran (=100 %)

Pb : Kadar aspal rencana

Gb : Berat jenis aspal

### 5. Berat Jenis Agregat Curah

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} \dots \frac{Pn}{Gn}}$$

Keterangan :

P1 2 : Persentase masing-masing fraksi agregat

G1 2 : Berat jenis masing masing fraksi agregat

## 2.8.2. Rongga di antara mineral agregat (VMA)

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

VMA dihitung berdasarkan berat jenis kering ( $G_{sb}$ ) agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk campuran yang dipadatkan

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

Keterangan:

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, volume total (%)

$G_{mb}$  : Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc).

### 2.8.3. Rongga di dalam campuran (VIM)

Rongga udara dalam campuran ( $V_a$ ) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}}$$

Keterangan:

VIM = Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, prosentase dari volume total (%).

$G_{mb}$  = Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc).

$G_{mm}$  = Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc).

### 2.8.4. Rongga Udara yang Terisi Aspal (VFB)

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

$$VFB = \frac{100 \times (VMA \times VIM)}{VMA}$$

Keterangan:

VFB = Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari VMA (%).

VMA = Rongga udara pada mineral agregat prosentase volume total (%).

VIM = Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, prosentase dari volume total (%).

### 2.8.5. Stabilitas

Ketahanan atau stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Nilai stabilitas yang diperoleh dari hasil pembacaan arloji pengukur stabilitas campuran selanjutnya dikalibrasi berdasarkan kalibrasi proving ring yang dipakai pada alat penguji Marshall, kemudian dikoreksi berdasarkan volume atau ketebalan benda uji yang dibuat. Perhitungan stabilitas yang terkoreksi adalah sebagai berikut:

$$S = O \times P \times Q$$

Keterangan:

S = Nilai stabilitas terkoreksi (kg).

O = Hasil pembacaan pengujian Marshall (kg).

P = Faktor kalibrasi dari proving ring (1,911).

Q = Faktor koreksi terhadap volume atau ketebalan benda uji.

### 2.8.6. Kelelahan (*Flow*)

*Flow* adalah keadaan perubahan bentuk akibat suatu beban sampai batas runtuh. Nilai *flow* dapat langsung dibaca pada dial/arloji kelelahan (*flowmeter*) dan dinyatakan dalam satuan millimeter (mm). Nilai *flow* yang diperoleh dari hasil pembacaan arloji kelelahan (*flow meter*). Selanjutnya dikalibrasi berdasarkan factor kalibrasi yang tertera pada arloji kelelahan.

**Tabel 2.6** Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston.

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

.(Spesifikasi Umum Bina Marga revisi 3 (divisi 6)., 2018)

### 2.8.8. *Marshall Immersion*

*Marshall immersion* adalah salah satu pengujian untuk melihat ketahanan terhadap beban dan pengaruh suhu atau keawetan suatu campuran, hasil dari pengujian ini adalah rasio stabilitas Marshall Immertion dan stabilitas Marshall Standar. Untuk menghitung Indeks Perendaman (Stabilitas Marshall Sisa) digunakan rumus :

$$IP = \frac{\text{Stabilitas Marshall Immertion}}{\text{Stabilitas Marshall Standar}} \times 100$$

Dengan:

Stabilitas Marshall Imertion = Stabilitas yang dihasilkan dari benda uji KAO yang direndam pada suhu 60 °C selama 24 jam.

Stabilitas Marshall Standar = Stabilitas yang dihasilkan dari benda uji KAO yang direndam pada suhu 60 °C selama 30 menit.

### 2.9 Bentuk Bahan Tambah

Berdasarkan bentuknya adalah: cairan kental berwarna kecoklatan. Bahan Tambah (*Wetfix – Be*). *Additive Wetfix- Be* adalah cairan additif

yang dirancang khusus untuk campuran aspal panas sehingga didapatkan stabilitas panas yang baik, juga dapat disimpan dalam aspal panas hingga 5 hari pada suhu sampai 170°C tanpa kehilangan aktivitas dan dosisnya tergantung pada jenis aspal dan agregat yang digunakan, Kuantitas pemakaian aditif anti stripping dalam rentang antara 0,2% - 0,5% terhadap berat aspal.

Zat aditif kelekatan dan anti pengelupasan dapat ditambahkan ke dalam aspal dan prosentase aditif yang diperlukan serta waktu pencampurannya harus sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya. Memiliki lembar data keselamatan yang tidak berbahaya bagi manusia, selama tidak mendapat kontak dengan mata dan mulut.

Sebuah bahan tambah yang diperoleh dari hasil eksperimental manusia dengan tujuan untuk dapat menambah kekuatan ikat atau daya ikat, campuran material bahan pembuat badan jalan/perkerasan jalan. Dan untuk mendapatkan hasil perkerasan lentur dengan umur rencana dapat tercapai dengan baik.

### **2.9.1 Air Laut**

Air laut adalah kumpulan air asin yang sangat banyak dan luas di permukaan bumi yang memisahkan dan menghubungkan suatu benua dengan benua lainnya dan suatu pulau dengan pulau lainnya.

Laut merupakan wilayah yang paling luas di permukaan bumi, dengan luas mencapai 70% dari seluruh permukaan dunia, dan memiliki sifat korositas yang sangat agresif. Secara umum derajat keasaman air laut berkisar antara 8,2 sampai dengan 8,4 dimana mengandung air sebanyak 96,5%, sedangkan material terlarut dalam bentuk molekul dan ion sebanyak 3,5%. Material yang terlarut tersebut 89% terdiri dari garam chlor sedangkan sisanya 11% terdiri dari unsur-unsur lainnya.

Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), dan

sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromide, asam borak, strontium, dan florida. Tiga sumber utama garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik, dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (hydrothermal vents) di laut dalam.

Beberapa hal yang menyebabkan air laut sangat bersifat agresif dan sangat merusak adalah sebagai berikut;

1. Air laut merupakan elektrolit yang memiliki sifat konduktivitas tinggi.
2. Mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi.
3. Temperatur permukaan air lautnya umumnya tinggi.
4. Ion klorida yang terkandung pada air laut merupakan ion agresif.

Air laut yang digunakan sebagai air rendaman benda uji marshall diambil dari air laut dengan kandungan salinitas permukaan 3,31% sampai 3,46% per 1 liter air laut dan mempunyai suhu permukaan sebesar 28,0°C sampai 29,7°C.

Setelah mengambil sampel agregat maka dilakukan pengujian agregat dan aspal Kembali untuk diperiksa sesuai standar Kementrian PU DIRJEN Bina Marga 2010 Revisi 2. Setelah pemeriksaan agregat dan aspal maka tahap selanjutnya membuat komposisi material yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji Marshall, diikuti dengan pengujian Marshall untuk mendapatkan kadar aspal optimum sebagai acuan penggunaan kadaraspal pada pembuatan benda uji selanjutnya.

Peneliti menggunakan air laut sebagai air rendaman dalam pengujian rendaman dengan kadar salinitas permukaan air lautnya berkisar 3,31% sampai 3,46% per satu liter air laut. Selanjutnya setelah mendapatkan komposisi material dan kadar aspal terbaik maka dibuat benda uji sesuai dengan ketentuan teknis, benda uji tersebut akan digunakan untuk proses pengujian Marshall setelah perendaman benda uji dalam air tawar dan air laut yang mempunyai variasi kadar garam untuk air laut, variasi suhu, dan variasi durasi perendaman.

Setelah pengujian perendaman dilakukan maka dilanjutkan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*). Dari nilai-nilai stabilitas dan kelelahan yang diperoleh dianalisa, dievaluasi dan mengambil kesimpulan seberapa besar pengaruh air laut terhadap perkerasan aspal AC-BC.