

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pemanfaatan produk karet alam sebagai material pendukung dalam pembangunan infrastruktur nasional telah menjadi prioritas pemerintah. Langkah ini dipercaya sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan konsumsi domestik sekaligus kembali mengangkat harga karet alam di pasar internasional. Aspal modifikasi polimer (Polymer Modified Asphalt, PMA) berbasis karet alam atau aspal karet merupakan salah satu produk karet alam yang sangat menjanjikan untuk dapat merealisasikan target pemerintah tersebut Implementasi teknologi aspal karet di dalam negeri diperkirakan mampu mengkonsumsi 60 ribu ton karet alam. Aspal karet memiliki keunggulan dibandingkan aspal murni dalam hal ketahanan terhadap deformasi (alur/cekungan) pada arah memanjang dipermukaan jalan sekitar jejak roda kendaraan akibat beban lalu lintas yang berat, pengelupasan lapisan aspal dengan agregat, serta ketahanan terhadap retakan jalan akibat perubahan suhu lingkungan (Shaffi et al., 2011; Mashaan et al., 2013; Shaffie et al., 2015).

Aspal karet di peroleh dari pencampuran material karet pada konsentrasi tertentu dalam aspal (Al-Ani, 2009). Jenis karet yang ditambahkan meliputi karet sintetik (styrene butadiene rubber, SBR) dan karet termoplastik (styrene butadiene styrene, SBS dan ethylene vinyl acetate, EVA) bahkan dalam bentuk serbuk ban bekas (scrap rubber). Bahan aditif tersebut hanya dapat digunakan untuk aspal panas. Oleh karena itu, negara produsen karet alam seperti Indonesia

mulai mengembangkan jenis aditif aspal karet berbasis lateks karet alam yang dapat diaplikasikan baik untuk aspal panas maupun aspal emulsi (Malthong & Thongpin, 2010; Wen et al., 2015; Wang et al., 2017).

Lateks karet alam segar yang diperoleh dari hasil eksploitasi pohon *Hevea brasiliensis* merupakan koloid berwarna putih yang tersusun atas biopolimer rantai panjang *cis*-1,4 poliisoprena dan beberapa komponen non poliisoprena seperti protein, lemak, dan karbohidrat (Guidelli et al., 2011; Salomez et al., 2014). Namun lateks karet alam segar tidak dapat langsung diaplikasikan sebagai aditif aspal karet karena tingginya kandungan air dalam lateks karet alam segar tersebut akan mempersulit pencampurannya terutama dalam aspal panas yang menyebabkan timbulnya percikan dan sifatnya yang tidak stabil cenderung akan menyebabkan timbulnya agglomerasi partikel karet dalam aspal. Penurunan kadar air dalam lateks karet alam melalui teknik sentrifugasi dan penambahan zat amoniak untuk meningkatkan kestabilan system koloid lateks karet alam segar menjadi lateks karet alam pekat kadar amoniak tinggi dinilai dapat menimalisir risiko kegagalan pencampurannya pada aspal panas saat produksi aspal karet. Selain itu dengan menggunakan lateks karet alam pekat yang telah dimodifikasi diharapkan dapat semakin meningkatkan mutu aspal karet terutama sifat stabilitas panas. Riset ini mempelajari pengaruh penambahan berbagai jenis lateks karet alam pekat ke dalam aspal panas penetrasi (pen) 60 terhadap sifat fisik aspal karet. Lateks karet alam pekat yang diujicobakan meliputi lateks karet alam pekat murni dan lateks karet alam pekat yang telah dimodifikasi secara kimiawi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah pengaruh kuat tekan marshall aspal setelah ditambah getah karet (lateks).
2. Bagaimana pengaruh stabilitas aspal setelah penambahan getah karet (lateks).
3. Berapa kuat tekan aspal setelah pencampuran getah karet (lateks).

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian Durabilitas campuran AC-WC menggunakan getah karet (lateks) sebagai bahan campuran pengikat aspal hotmix ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat-sifat fisis agregat dan karet sebagai bahan campuran Aspal hotmix AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course).
2. Untuk mengetahui kekuatan ikatan campuran aspal dan getah karet untuk pencampuran dengan agregat lainnya, getah karet dan aspal sebagai bahan pengikat pada pengujian Marshall Test AC-WC.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ditinjau pada penelitian kekuatan ikat campuran AC-WC menggunakan getah karet sebagai bahan campuran pengikat aspal ini adalah sebagai berikut :

1. Adapun maksud dari penelitian ini adalah menganalisa pemanfaatan getah karet (Lateks) sebagai bahan tambahan aspal dan mengetahui kuat tekan marshall setelah pencampuran dengan getah karet.
2. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan lateks pada campuran marshall aspal (AC-WC) , mengetahui pengaruh stabilitas marshall aspal setelah dicampur lateks.

### **1.5 Batasan Masalah**

Dikarenakan keterbatasan waktu dan untuk menghindari penelitian terlalu luas, maka penelitian membuat batasan masalah yang menitik beratnya pada:

1. Penelitian ini terdiri dari sampel 30 menit dan 24 jam pada variasi getah 1%,2%,3% sebanyak dua sampel pada masing masing variasi persentase dan kadar aspal optimum 5%,5,5,%,6%.
2. Penelitian ini bersifat uji Laboratorium.
3. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70.
4. Spesifikasi acuan dalam penelitian ini adalah menggunakan spesifikasi standar yang ditetapkan oleh BinaMarga.
5. Pengujian yang dilakukan meliputi analisis pengujian sifat fisik kekuatan aspal (Uji Penetrasi,Uji titik kelembekan,Uji berat jenis,Uji penurunan berat) sesuai SNI dan Uji Marshall.

## **1.6 Metodologi Penelitian**

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam tugas akhir ini, penulisan tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan dan metodologi penelitian.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini Karna hal tersebut kinerja campuran beraspal sangat terpengaruh oleh sifat-sifat aspal, agregat, dan campuran padat yang dihasilkan dari terbentuknya dua bahan yaitu aspal dan agregat.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan metodologi mencakup konsep berfikir, pengambilan data, penelitian, dan berbagai pendekatan yang dipakai dalam pelaksanaan.

### **BAB 4 PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berikan tentang pengolahan dan perhitungan terhadap data-data yang dikumpulkan, dan kemudian dilakukan penelitian secara komprehensif terhadap hasil-hasil yang diperoleh.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembahasan bab-bab sebelumnya, dan saran-saran yang berkaitan dengan studi ini dan rekomendasi untuk diterapkan di lokasi studi.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kontruksi Jalan Raya**

Campuran beraspal merupakan campuran dari agregat dan aspal. Dicampuran beraspal, aspal mempunyai peranan sebagai lem atau pengikat antar agregat dan, agregat berperan sebagai tulangan. Sifat-sifat mekanis aspal di campuran beraspal didapat dari kohesi dan friksi dari bahan yang membentuknya. Kohesi didapat dari sifat-sifat aspal. Friksi agregat didapat dari kaitan antar butir agregat, dan kekuatan tergantung oleh tekstur permukaan, ukuran agregat terbesar yang di pakai, bentuk butiran, dan gradasi. Karna hal tersebut kinerja campuran beraspal sangat terpengaruh oleh sifat-sifat aspal, agregat, dan campuran padat yang dihasilkan dari terbentuknya dua bahan yaitu aspal dan agregat.

Campuran beraspal panas melingkup lapisan padat yang bagus iyalah lapisan pondasi, lapisan perata, lapis aus atau lapis antara campuran beraspal panas terdiri dari agregat, bahan aspal, selulosa serta bahan anti penelupas, yang dicampur dengan panas di pusat instalasi campuran, dan juga memadatkan serta menghampar campuran itu diatas permukaan pondasi atau permukaan jalan yang sudah ada disiapkan sesuai memenuhi sefesifikasi.

Ada syarat ketebalan total campuran beraspal tidak diperbolehkan apabila kurang dari jumlah rancangan dari masing-masing campuran. Syarat tebal nominal campuran udah di tentukan oleh BinaMarga Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel Nominal Minimum Campuran.

Jenis campuran		Simbol	Tabel Nominal Minimum (cm)
<i>Split Mastic Asphlat</i> – Tipis		SMA – Tipis	3,0
<i>Split Mastic Asphlat</i> - Halus		SMA – Halus	4,0
<i>Split Mastic Asphlat</i> - Kasar		SMA – Kasar	5,0
Lastaston	Lapisan Aus	HRS – WC	3,0
	Lapisan pondasi	HRS – Base	3,5
Laston	Lapisan Aus	AC – WC	4,0
	Lapisan Antara	AC – BC	6,0
	Lapisan Fondasi	AC – Base	7,5

Sumber : (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jendral

BinaMarga,2018).

## 2.2 Jenis Campuran Aspal

Terdapat 3 jenis campuran beraspal yang masing-masing mempunyai ketebalan yang berbeda pada setiap lapisan, yaitu:

### 1. Stone Matrix Asphalt (SMA)

Stone Matrix Asphalt (SMA) iyalah jenis campuran beraspal panas yang bisa digunakan sebagai lapis permukaan yang mengandung agregat kasar yang besar serta kadar aspal yang tinggi. Kelebihan dari campuran beraspal ini mempunyai ketahanan gelincir yang tinggi, ketahanan terhadap deformasi, dan ketahanan keretakan. Campuran ini juga sangat cocok buat nahan beban berat kendaraan, seperti dikawasan pabrik, dan perkebunan. Ukuran maksimum agregat adalah 12,5mm, 19mm, 25mm.

## 2. Lapis tipis aspal beton (Hot Roller Sheet, HSR)

Hot Roller Sheet (HSR) atau Laston ialah jenis campuran lapisan nonstruktural yang mempunyai agregat gradasi senjang, *filler* dan aspal keras dicampur dengan perbandingan tertentu dalam keadaan panas. Ukuran maksimum agregat dari masing-masing pada campuran ini adalah 19mm.

## 3. Lapis Aspal Beton (Asphalt Concreat, AC)

Laston atau Asphalt Concreat (AC) merupakan lapisan permukaan yang menggunakan agregat bergradasi baik. Laston digunakan untuk lalu lintas berat. Ada 2 jenis Laston yang digunakan sebagai lapis permukaan, yaitu Laston lapis aus atau AC-WC (Asphalt Concreat – Wearing Course) yang menggunakan agregat ukuran maksimum 19mm, dan Laston Lapis Permukaan antara atau AC-BC (Asphalt Concreat – Binder Course) yang menggunakan agregat ukuran maksimum 25mm.

### 2.3 Laston

Laston adalah salah satu tipe perkerasan aspal yang paling sering digunakan di Indonesia. Terdiri atas 3 lapis, yaitu AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*), AC-BC (*Asphalt Concrete - Binder Course*), dan AC-Base (*Asphalt Concreat – Base*) sebagai pondasi. (Prayogi et al., 2021).

Dalam BinaMarga 2018 fungsi dari Laston (AC) mempunyai 3 macam campuran yaitu:

1. Laston sebagai lapisan aus, bersimbolkan dengan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum 4cm.

2. Laston sebagai lapisan antara, bersimbolkan dengan AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), dengan tebal nominal minimum 6cm.
3. Laston sebagai pondasi, bersimbolkan dengan AC-Base (*Asphalt Concrete – Base*), dengan tebal nominal minimum 7,5cm.

Adapun BinaMarga 2018 juga memberikan persyaratan dalam Laston lapisan perkerasan yang bisa dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75		112 <sup>(1)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	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 marshall (kg)	Min	800		1800 <sup>(3)</sup>
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks.	4		6 <sup>(3)</sup>
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C <sup>(5)</sup>	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	Min	2		

Sumber : (*Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018*).

Tabel 2.3 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston Modifikasi (AC Mod)

Sifat-Sifat Campuran		Laston Modifikasi		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(3)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	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 Marshall (kg)	Min	1000		2250 <sup>(3)</sup>
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks.	4		6 <sup>(3)</sup>
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	Min	2		
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm <sup>(7)</sup>	Min	2500		

Sumber : (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018).

## 2.4 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruangan berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan pada temperatur tertentu aspal dapat berubah menjadi lunak (cair) sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan ataupun peleburan (Sukirman, 2006).

Aspal termaksud produk dari minyak yang merupakan dari hasil penyulingan minyak bumi, dan dikenal dengan aspal keras. Aspal sendiri juga terdapat yang bersumber dari alam secara ilmiah yang dikenal aspal alam. Banyak juga sekarang aspal dimodifikasi dengan menambahkan bahan tambahan untuk memperbaiki mutu aspal yang dikenal dengan aspal buatan.

Bedasarkan tempat diperolehnya aspal dibedakan menjadi 2, yaitu aspal alam dan aspal buatan (Sukirman, 2006) :

#### 1. Aspal alam

Aspal alam adalah aspal yang didapat dari karena adanya minyak bumi yang melalui retak-retak kulit bumi. Setelah minyak terjadi proses menguap, maka tinggal aspal yang tertempel pada batuan yang dilalui. Contoh dari aspal ini adalah aspal gunung (*rock asphalt*) dan aspal danau (*lake asphalt*).

#### 2. Aspal buatan

Aspal buatan adalah aspal yang diperoleh dari hasil penyulingan bahan-bahan seperti minyak dan batu bara. Contoh dari aspal buatan adalah aspal minyak dan tar. Aspal minyak adalah aspal yang diperoleh dari penyulingan minyak bumi. Aspal minyak sebagai bahan dasar aspal dapat dibedakan atas aspal keras (*asphalt cement, AC*), aspal dingin (*cut back asphalt*), dan aspal emulsi (*emulsion asphalt*). Aspal keras yaitu aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas dan berbentuk padat pada keadaan penyimpanan, sedangkan aspal dingin adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal emulsi adalah aspal yang disebabkan dalam bentuk emulsi dan dapat digunakan dalam keadaan dingin maupun panas (Sukirman, 2010).

## 2.5 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai sesuatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat material lainnya.

Agregat sendiri diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirannya yaitu:

1. Agregat kasar, agregat yang berukuran butir lebih besar dari saringan No.4 atau tertahan saringan No.4.
2. Agregat halus, agregat yang berukuran butir lebih kecil dari saringan No.4 dan maksimum yang lolos ayakan No.200 atau lolos saringan No.4 dan tertahan saringan No.200.
3. Bahan pengisi (*filler*), bagian dari agregat halus yang lolos saringan No.200.

### 2.5.1 Agregat Kasar

Agregat kasar agregat yang tidak lolos saringan No.4 (4,75 mm) dan agregat tersebut harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki. Fraksi agregat kasar harus berasal dari batu pecah mesin yang disiapkan dalam ukuran nominam sesuai yang direncanakan. Agregat kasar juga harus mempunyai angularitas adalah sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih.

Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat		Magnesium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%
	Modifikasi dan SMA	500 putaran		Maks. 30%
		100 putaran		Maks. 8%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SMA	SNI 7619:2012	100/90 <sup>*)</sup>
		Lainnya		95/90 <sup>**)</sup>
Partikel Pipih dan Lonjong		SMA	ASTM D4791-10	Maks. 5%
		Lainnya	Perbandingan 1 : 5	Maks. 10%
Material Lolos Ayakan No.200			SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%

Sumber : (Spesifikasi Bina Marga 2018).

Catatan :

- 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
- 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

### 2.5.2 Agregat Halus

Agregat halus agregat yang lolos saringan No.4 dan tertahan disaringan No.200. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir ditempatkan dibedakan dengan agregat kasar. Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin terpisah sehingga dapat di kendalikan dengan baik. Pasir alam bisa digunakan dalam campuran AC tidak boleh lebih dari 15% terhadap berat total campuran.

Untuk mendapatkan agregat halus yang memenuhi ketentuan adalah dengan cara:

1. Bahan baku buat agregat halus harus dicuci bersih dahulu secara mekanisme sebelum ke mesin pemecah batu.
2. Fraksi agregat halus dari pemecahan pertama tidak boleh langsung dipakai.
3. Agregat dari pemecahan batu pertama harus dipisahkan dengan *vibro scalping screen* yang dipasang diantara *primary crusher* dan *secondary crusher*.
4. Material yang tertahan *vibro scalping screen* dan akan dipecah oleh *secondary crusher*, hasil pengayakannya dapat digunakan menjadi agregat halus.
5. Material lolos *vibro scalping screen* hanya bisa digunakan sebagai komponen material Lapis Fondasi Agregat.
6. Agregat halus harus memenuhi ketentuan yang terdapat dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45%

Lanjutan Tabel 2.5 Ketentuan Agregat Halus

Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber : (Spesifikasi Kementerian PUPR; Direktorat Bina Marga 2018)

## 2.6 Gradasi Agregat Gabungan

Spesifikasi yang tertera di BinaMarga 2018 gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal berupa ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang terdapat pada Tabel 2.5. Terdapat juga rancangan dan perbandingan agregat gabungan harus memiliki jarak terhadap batas-batas yang terdapat pada Tabel 2.5. Untuk memperoleh gradasi HRS-WC atau HRS-Base senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36mm) harus lolos ayakan No.300 (0,600mm). Apabila gradasi yang didapat tidak memenuhi kesenjangan yang di syaratkan pada Tabel 2.5 dibawah ini maka pengawas pekerjaan bisa menerima gradasi tersebut dengan catatan sifat-sifat campurannya memenuhi ketentuan yang disyaratkan.

Tabel 2.6 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Aspal (SMA)			Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
¾"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90

Lanjutan Tabel 2.6 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

½”	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8”	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	10-15					9-22	7-20	6-15
No.100	0,150						6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Sumber : Kementerian PUPR; Bina Marga 2018

Tabel 2.7 Contoh Batas-batas “Bahan Bergradasi Senjang”

Ukuran Ayakan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
% Lolos No.8	40	50	60	70
% Lolos No.30	Paling sedikit 32	Paling sedikit 40	Paling sedikit 48	Paling sedikit 56
% Kesenjangan	8 atau kurang	10 atau kurang	12 atau kurang	14 atau kurang

Sumber : Kementerian PUPR; Direktorat Bina Marga 2018

### 2.6.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Berat jenis diartikan dengan nilai perbandingan antara masa dan volume benda uji. Sedangkan dengan penyerapan adalah kemampuan bahan untuk menyerap air. Agregat dengan kadar pori yang besar membuat penggunaan aspal lebih banyak karena banyak terserap. Nilai penyerapan adalah berubahnya berat agregat diakibatkan pori-pori menyerap air agregat dalam keadaan kering. Pengukuran berat jenis dan penyerapan agregat harus dilakukan agar dapat bisa membuat perencanaan campuran aspal dengan agregat.

Ada terdapat beberapa macam berat jenis, yaitu:

1. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

Berat jenis yang memperhitungkan terhadap seluruh volume yang ada.

2. Berat jenis kering permukaan (*SSD specific gravity*)

Berat jenis yang memperhitungkan volume pori yang hanya dapat diresap aspal ditambah volume vertikal.

3. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

Berat jenis yang memperhitungkan volume vertikal tidak menghitung volume pori yang dilewatkan air.

2.6.2 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat kasar serta kemampuannya menyerap air. Untuk melakukannya agregat dalam keadaan kering curah, kering curah (jenuh kering permukaan), kering semu. Yang telah tertera di SNI-1996-2008 dengan perhitungan pers. 2.1 – pers.2.4.

1. Berat jenis curah kering

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B-C)} \dots\dots\dots (2.1)$$

2. Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)

$$\text{Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)} = \frac{B}{(B-C)} \dots\dots\dots (2.2)$$

3. Berat jenis semu

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{(A-C)} \dots\dots\dots (2.3)$$

4. Penyerapan air

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

Keterangan :

A = Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

B = Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan Diudara (gram)

C = Berat Benda Uji Dalam Air

### 2.6.3 Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat halus serta kemampuan menyerap air. Untuk melakukannya agregat dalam keadaan kering curah, kering curah (jenuh kering permukaan), kering semu. Yang telah tertera di SNI-1970-2008 dengan perhitungan pers. 2.5 – pers.2.8.

1. Berat jenis curah kering

$$\text{Berat jenis curah kering (S}_d\text{)} = \frac{A}{(B+S-C)} \dots\dots\dots (2.5)$$

2. Berat jenis curah (kondisi jenuh kering permukaan)

$$\text{Berat jenis curah (S}_s\text{)} = \frac{S}{(B+S-C)} \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Berat jenis semu

$$\text{Berat jenis semu (S}_a\text{)} = \frac{A}{(B+A-C)} \dots\dots\dots (2.7)$$

4. Penyerapan air

$$\text{Penyerapan air (S}_w\text{)} = \left[ \frac{S-A}{S} \right] \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

A = Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

B = Berat Pikrometer yang Berisi Air (gram)

C = Berat Pikrometer Dengan Benda Uji dan Air Sampai Batas Pembacaan (gram)

S = Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

## **2.7 Rubber** (karet alam)

Karet alam merupakan polimer ideal yang bisa diaplikasikan pada teknik dinamis maupun statis di kehidupan sehari-hari. Karet alam yang dicampurkan kedalam aspal panas akan terdispersi, reaksi kimia terbentuk dengan bagian cair bitumen yang menyebabkan kadar asphaltene naik, sehingga aspal menjadi lebih kental dan keras, akan tetapi tetap elastis. Apalagi melihat beberapa sifatnya yang memang menunjang kebutuhan masyarakat dimana sifat-sifatnya adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai daya tahan terhadap suhu udara yang rendah.
2. Kemampuannya dalam menempel pada material logam sangat baik sehingga bisa diaplikasikan dengan komponen logam.
3. Tahan akan gesekan dan benturan.
4. Pembuatan dan produksinya sangat mudah.
5. Dalam pembuatan, karakteristik hingga tekstur bisa diolah dan diatur sesuai kebutuhan seperti penawaran dari industri pengolahan karet Kobe Global International.
6. Warna, bentuk dan penampilan bisa disesuaikan.
7. Bersifat isolator atau tahan terhadap listrik dan panas.
8. Bisa meredam suara maupun getaran.

### **2.7.1 Komposisi Karet**

Karet padat maupun lateks pekat yang diperoleh dari pohon karet sebagai getah susu (lateks). Komposisi kimia lateks dipengaruhi jenis klon tanaman, umur

tanaman, sistem deres, musim dan keadaan lingkungan kebun. Komposisi karet yang dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2.8 Komposisi Karet

Karet	25,0 – 40,0 %
Karbohidrat	1,0 – 2,0 %
Protein dan senyawa nitrogen	1,0 – 1,5 %
Lipid dan terpen	1,0 – 1,5 %
Lipid dan terpen	0,1 – 0,5 %
Air	60 – 75 %
pH	6,8 – 7,0
Gula	1,5 %
Resin (Zat-zat bersifat damar)	1,5 %
Debu	1,5 %

(Sumber : Handayani Y, 2009)

## 2.8 Metode Pengujian Marshall

Metode Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500kg dan atau 5000pon. Marshall test standarnya diperuntukan untuk perencanaan campuran beton aspal dengan ukuran agregat maksimum 25mm (1inch) dan menggunakan aspal keras.

Untuk pengujian Marshall ini diperlukan dengan persiapan benda uji.

Untuk keperluan ini hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. Bahan yang digunakan masuk spesifikasi

2. Kombinasi agregat memenuhi gradasi yang disyaratkan

Setelah dilakukan Marshall test menurut (Sukirman, 2010), metoda Marshall menghasilkan akan diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Stabilitas yang dinyatakan dalam bilang bulat. Stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya jalur (ruting).
2. Kelelahan plastis (flow) yang dinyatakan dalam mm atau 0,01inch. Flow dapat digunakan sebagai indikator terhadap lentur.
3. VIM yang merupakan persen rongga dalam campuran dan dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka belakang koma. VIM merupakan indikator dari durabilitas.
4. VMA yang merupakan persen rongga terhadap agregat yang dinyatakan dalam bilang bulat. VMA bersama dengan VIM merupakan indikator dari durabilitas.

Berikutnya adalah rumus-rumus yang digunakan untuk mencari nilai dari parameter-parameter Marshall.

a. Berat jenis *bulk* dari total agregat

Setiap masing-masing fraksi dari agregat (agregat kasar, agregat halus dan *filler*) mempunyai nilai berat jenis bulk sendiri-sendiri. Adapun untuk rumus untuk mencari berat jenis *bulk* dari dari total agregat yaitu:

$$G_{sbtotal} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:

$G_{sbtotal}$  : Berat Jenis *bulk* Agregat Gabungan (gr/cc)

P1, P2, P3 : Persentase Berat dari Masing-masing Agregat (%)

G<sub>sb1</sub>, G<sub>sb2</sub>, G<sub>sb3</sub> : Berat Jenis *bulk* Masing-masing Agregat (gr/cc)

b. Berat jenis semu dari total agregat

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai dari berat jenis semu dari total agregat, yaitu:

$$G_{\text{satotal}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{\text{sa1}}} + \frac{P_2}{G_{\text{sa2}}} + \frac{P_3}{G_{\text{sa3}}} + \dots + \frac{P_n}{G_{\text{san}}}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

G<sub>abtotal</sub> : Berat Jenis Semu Agregat Gabungan (gr/cc)

P1, P2, P3 : Persentase Berat dari Masing-masing Agregat (%)

G<sub>sa1</sub>, G<sub>sa2</sub>, G<sub>sa3</sub> : Berat Jenis Semu Masing-masing Agregat (gr/cc)

c. Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif agregat dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G_{\text{se}} = \frac{G_{\text{sb}} + G_{\text{sa}}}{2} \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

G<sub>se</sub> : Berat Jenis Efektif Total Agregat (gr/cc)

G<sub>sb</sub> : Berat Jenis *bulk* Agregat (gr/cc)

G<sub>sa</sub> : Berat Jenis Semu Agregat (gr/cc)

d. Berat jenis maksimum campuran

Berat jenis maksimum campuran diperlukan untuk mencari atau menghitung kadar rongga udara dalam campuran. Rumus yang digunakan untuk menghitung berat jenis maksimum campuran adalah sebagai berikut:

$$G_{\text{mm}} = \frac{P_{\text{mm}}}{\frac{P_{\text{s}}}{G_{\text{se}}} + \frac{P_{\text{b}}}{G_{\text{b}}}} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

$G_{mm}$ : Berat Jenis Maksimum Campuran (gr/cc).

$P_{mm}$ : Persentase Berat Total Campuran (=100).

$P_s$  : Persentase Kadar Agregat Terhadap Berat Total Campuran (%).

$P_b$  : Persentase Kadar Aspal Terhadap Berat Total Campuran (%).

$G_{se}$  : Berat Jenis Efektif (gr/cc).

$G_b$  : Berat Jenis Aspal (gr/cc).

e. Berat Jenis *bulk* campuran padat.

Berat jenis *bulk* campuran padat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G_{mb} = \frac{W_a}{V_{bulk}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

$G_{mb}$  : Berat Jenis Campuran Setelah Dipadatkan (gr/cc)

$V_{bulk}$  : Volume Campuran Setelah Dipadatkan (cc)

$W_a$  : Berat Di Udara (gr)

f. Kepadatan (*density*)

*Density* merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. *Density* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan} = \frac{W_m}{(W_{mssd} - W_{mpw})} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

$W_m$  : Berat Benda Uji Setelah Dipadatkan (gr)

$W_{mssd}$  : Berat Benda Uji Ssd Setelah Dipadatkan (gr)

$W_{mpw}$  : Berat Benda Uji Dalam Air Setelah Dipadatkan (gr)

g. VIM (*Void In the Mix*)

VIM merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Syarat nilai VIM adalah sekitar 3% - 5% sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018. Adapun rumus untuk mencari nilai VIM adalah sebagai berikut:

$$VIM = \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \times 100 \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

- VIM : Rongga Udara pada Campuran (%)
- $G_{mm}$  : Berat Jenis Campuran Maksimum Setelah Pemadatan (gr/cc)
- $G_{mb}$  : Berat Jenis *bulk* Campuran Setelah Pemadatan (gr/cc)

j. Kelelehan (*Flow*)

Perhitungan *flow* dilakukan adalah dengan cara membaca arloji pengukur alir yang ada pada alat uji. Hasil nilai *flow* ditulis dalam satuan millimeter (mm) dengan dua angka dibelakang koma.

k. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian dengan alat marshall. Selanjutnya dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi tebal benda uji. Berikut adalah rumus stabilitas, yaitu:

$$S = p \times q \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

- S : Nilai Stabilitas (kg)
- p : Pembacaan Arloji Stabilitas  $\times$  Kalibrasi Alat
- q : Angka Koreksi Tebal Benda Uji

1. Berat Jenis Maksimum Campuran (Max Theory Density)

Berat jenis maksimum campuran pada masing-masing kadar aspal diperlukan untuk menghitung kadar rongga masing-masing kadar aspal.

$$\text{Rumus } \frac{100}{\frac{A}{T} + \frac{(100-A)}{V}} \dots\dots\dots (2.17)$$

keterangan :

A = Persen (%) Aspal Terhadap Agregat

T = Berat Jenis Efektif Aspal

V = Berat Jenis Efektif Agregat

m. Persen Volume Efektif Asphalt Concret

$$\text{Rumus } = \frac{(AxH)}{T} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

A = Persen (%) Aspal Terhadap Agregat

H = Berat isi Benda Uji Rata-Rata

T = Berat Jenis Efektif Aspal

n. Persen Volume Agregat

$$\text{Rumus } = \frac{(100-A) \times H}{V} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan:

A= Persen (%) aspalt terhadap agregat

H = Berat isi benda uji rata-rata

V = Berat jenis efektif agregat

o. Persen Rongga Dalam Campuran

$$\text{Rumus} = \frac{(D-C)}{D} \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan:

D = kadar aspal

C = berat isi benda uji

p. Persen Rongga Dalam Agregat Mineral Percobaan

$$\text{Rumus: } 100 - \frac{(H \times B)}{V} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan:

B = Persen (%) aspal terhadap campuran

H = Berat isi benda uji rata-rata

V = Berat jenis efektif agregat

q. Persen Rongga Yang Berisi Aspal Percobaan Kadar Aspal 5%, 5,5%, 6%.

$$\text{Rumus: } 100 \times \frac{(G-H)}{G} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana:

G = persen (%) rongga dalam mineral

H = persentase rongga dalam campuran

r. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *marshall quotient* yang disyaratkan sesuai dengan BinaMarga 2018 adalah lebih besar dari 250kg/mm. *Marshall quotient* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MQ = S / F$$

Keterangan:

MQ : Nilai *marshall quotient* (kg/mm)

S : Nilai *stabilitas* (kg)

F : Nilai *flow* (mm)