

2.1 Aspal

Bitumen adalah zat perekat material (*viscous cementitious material*), berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau *pitch*. Dari ketiga jenis bitumen tersebut, hanya aspal yang umum digunakan sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan, sehingga seringkali bitumen disebut sebagai aspal. Aspal bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10% berdasarkan berat campuran, atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2016)

Untuk menentukan kualitas dan sifat aspal yang akan digunakan ada beberapa pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut

2.1.1 Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal merupakan perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan volume yang sama. Pelaksanaan pengujian berat jenis aspal dilakukan berdasarkan SNI 2441 : 2011 tentang Cara Uji Berat Jenis Aspal. Untuk menentukan Berat jenis aspal digunakan persamaan berikut

$$BD_{\text{Aspal}} = \frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$$

Dimana

BD_{Aspal} = Berat jenis aspal (gr/cc)

A = Berat piknometer (gr)

B = Berat piknometer + air (gr)

C = Berat piknometer + aspal (gr)

D = Berat piknometer + air + aspal (gr)

Persyaratan yang ditentukan untuk massa jenis aspal adalah 1 gr/cc.

2.1.2 Daktilitas

Sifat reologis daktilitas digunakan untuk mengetahui ketahanan aspal terhadap retak dalam penggunaannya sebagai lapis perkerasan. Aspal dengan daktilitas yang rendah akan mengalami retak-retak dalam penggunaannya karena lapisan perkerasan mengalami perubahan suhu yang agak tinggi. Oleh karena itu aspal perlu memiliki daktilitas yang cukup tinggi. Pengujian dilakukan dengan mencetak aspal dalam cetakan dan meletakkan benda uji kedalam tempat pengujian yang berisi cairan dengan berat jenis yang mendekati berat jenis aspal. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 2432-2011. Nilai daktilitas aspal adalah panjang benda uji aspal ketika putus pada saat dilakukan penarikan dengan kecepatan 5cm/menit. (Sukirman, 2016)

2.1.3 Titik Lembek Aspal

Titik lembek digunakan sebagai indikator penunjuk temperatur dimana aspal berubah fase dari padat menjadi cair. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengukur nilai temperatur dimana bola – bola baja mendesak turun lapisan aspal yang ada pada cincin, hingga aspal tersebut menyentuh dasar pelat yang terletak dibawah cincin pada jarak 1 (inchi), sebagai akibat dari percepatan pemanasan tertentu. Berat bola baja 3,45 – 3,55 gr dengan diameter 9,53 mm. Pemeriksaan ini diperlukan untuk mengetahui batas kekerasan aspal. Pengamatan titik lembek dimulai dari suhu 5 ° C sebagai batas paling tinggi sifat kekakuan dari aspal yang disebabkan oleh sifat termoplastik. Untuk aspal keras jenis penetrasi 60/70, syarat titik lembek berkisar antara 48 ° C – 58 ° C.

2.1.4 Penetrasi Aspal

Nilai penetrasi di dapat dari uji penetrasi dari alat penetrometer pada suhu 25°C dengan beban 100 gr selama 5 detik, dimana dilakukan sebanyak 5 kali.

2.2 Campuran Aspal Panas

Berdasarkan Buku 1 : Petunjuk Umum, Manual Perkerasan Campuran Beraspal Panas, dijelaskan bahwa campuran beraspal adalah suatu kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Peran aspal dalam campuran beraspal yaitu

www.itk.ac.id

pengikat atau lem antar partikel agregat, dan agregat berperan sebagai tulangan. Sifat-sifat mekanis aspal dalam campuran beraspal diperoleh dari friksi dan kohesi dari bahan-bahan pembentuknya. Friksi agregat diperoleh dari ikatan antar butir agregat, dan kekuatannya tergantung pada gradasi, tekstur permukaan, bentuk butiran dan ukuran agregat maksimum yang digunakan. Sedangkan sifat kohesinya diperoleh dari sifat-sifat aspal yang digunakan. Oleh sebab itu kinerja campuran beraspal sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat agregat dan aspal serta sifat-sifat campuran padat yang sudah terbentuk dari kedua bahan tersebut. Perkerasan beraspal dengan kinerja yang sesuai dengan persyaratan tidak akan dapat diperoleh jika bahan yang digunakan tidak memenuhi syarat, meskipun peralatan dan metoda kerja yang digunakan telah sesuai. Selain sifat agregat dan komposisi campuran, kinerja perkerasan sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia aspal. Aspal adalah material yang bersifat viskoelastis, hal ini berarti bahwa sifat aspal selalu berubah tergantung pada temperatur selama proses pencampuran dan pemadatan.

Menurut Sukirman (2016), Bitumen adalah zat perekat material (*viscous cementitious material*), berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau *pitch*. Dari ketiga jenis bitumen tersebut, hanya aspal yang umum digunakan sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan, sehingga seringkali bitumen disebut sebagai aspal. Aspal bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10% berdasarkan berat campuran, atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran.

Agregat atau batu, atau material granular adalah material berbutir yang keras dan kompak. Istilah agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu, dan pasir. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan. Dua jenis utama dari agregat alam yang digunakan untuk konstruksi jalan adalah pasir dan kerikil. Kerikil biasanya didefinisikan sebagai

www.itk.ac.id

www.itk.ac.id

agregat yang berukuran lebih besar dari saringan No.4 (≈ 4.75 mm). Sedangkan pasir didefinisikan sebagai partikel yang lebih kecil dari 4.75 mm tetapi lebih besar dari 0.075 mm. Sedangkan partikel yang lebih kecil dari 0.075 mm disebut sebagai mineral pengisi (*filler*) (Sukirman, 2016)

2.3 Aspal Modifikasi

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila dipanaskan dan sebaliknya. Sifat inilah yang membuat aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa pelayanannya. Pada dasarnya aspal terbuat dari susunan rantai hidrokarbon yang disebut bitumen, oleh karena itu aspal sering disebut material berbituminous (Sukirman, 2016)

Umumnya aspal dihasilkan dari penyulingan minyak bumi, sehingga disebut aspal keras. Selain itu, aspal juga terdapat di alam secara alamiah yang biasa disebut aspal alam. Aspal modifikasi saat ini juga telah dikenal luas. Aspal ini dibuat dengan menambahkan bahan tambah ke dalam aspal yang bertujuan untuk memperbaiki atau memodifikasi sifat rheologinya sehingga menghasilkan jenis aspal baru yang disebut aspal modifikasi (Dinas Pekerjaan Umum, 2010)

Aspal modifikasi dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Polimer adalah jenis bahan tambah yang banyak digunakan saat ini, sehingga aspal modifikasi sering disebut juga sebagai aspal polimer. Berdasarkan sifatnya, ada dua jenis bahan polimer yang biasanya digunakan, yaitu Polimer Elastomer dan Polimer Plastomer. Jenis-jenis polimer elastomer yang biasanya digunakan sebagai bahan pencampur aspal adalah SBS (*Styrene Butadine Styrene*), SBR (*Styrene Butadine Rubber*), SIS (*Styrene Isoprene Styrene*) dan karet. Campuran beraspal yang dibuat dengan aspal polimer elastomer akan memiliki tingkat elastisitas yang lebih tinggi. Penambahan bahan tambah sampai dengan batas tertentu memang dapat memperbaiki sifat-sifat rheologi aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif (Dinas Pekerjaan Umum, 2010)

www.itk.ac.id

Jenis polimer plastomer yang telah banyak digunakan antara lain EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*), *polypropilene*, dan *polyethilene*. Persentase penambahan polimer ini ke dalam aspal juga harus ditentukan berdasarkan pengujian laboratorium karena sampai dengan batas tertentu penambahan ini dapat memperbaiki sifat-sifat rheologi aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif (Dinas Pekerjaan Umum, 2010)

2.4 Karakteristik Campuran Aspal

Menurut Sukirman (2016), karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan mudah untuk dilaksanakan.

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan pondasi atau tanah dasar (konsolidasi), tanpa terjadi retak. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban lalu lintas tanpa terjadinya kelelahan berupa retakan. Kekesatan atau tahanan geser (*skid resistance*) adalah kemampuan permukaan beton aspal memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip terutama pada kondisi basah. Kedap air (impermeabilitas) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Kemudahan pelaksanaan (*workability*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan atau dipadatkan.

Ketujuh sifat diatas tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat yang dominan ingin diperoleh akan menentukan jenis beton aspal yang akan dipilih (Sukirman,2016)

2.5 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.4 (= 4,75 mm) dan lebih kecil dari ayakan 1½ inci. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.4 (= 4,75 mm) dan maksimum yang lolos ayakan No.200 (=0,075 mm) adalah 10%. Bahan pengisi (*filler*), adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (= 0,075 mm) minimum 75%.

2.5.1 Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya, merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pengujian analisis ayakan. Satu set ayakan umumnya terdiri dari ayakan berukuran 4 inci, 3½ inci, 3 inci, 2½ inci, 2 inci, 1½ inci, 1 inci, ¾ inci, ½ inci, 3/8 inci, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, dan No.200. Ukuran ayakan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan, sedangkan nomor ayakan menunjukkan banyaknya bukaan dalam 1 inci panjang. Tabel 2.1 berikut menunjukkan bukaan dari masing-masing ukuran ayakan.

(Sukirman,2016)

Tabel 2. 1 Ukuran bukaan ayakan

Ukuran Ayakan	Bukaan Ayakan (mm)
4"	100
3 ½"	90
3"	75

Ukuran Ayakan	Bukaan Ayakan (mm)
2 ½"	63
2"	50
1 ½"	37.5
1"	25
¾"	19
½"	12.5
3/8"	9.5
No.4	4.75
No.8	2.36
No.16	1.18
No.30	0.6
No.50	0.3
No.100	0.15
No.200	0.075

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos, atau persentase tertahan, yang dihitung berdasarkan berat agregat. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga banyak, karena tak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi diantara butir yang lebih besar. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga yang terjadi lebih sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan butir agregat berukuran besar, akan diisi oleh butir agregat berukuran lebih kecil.

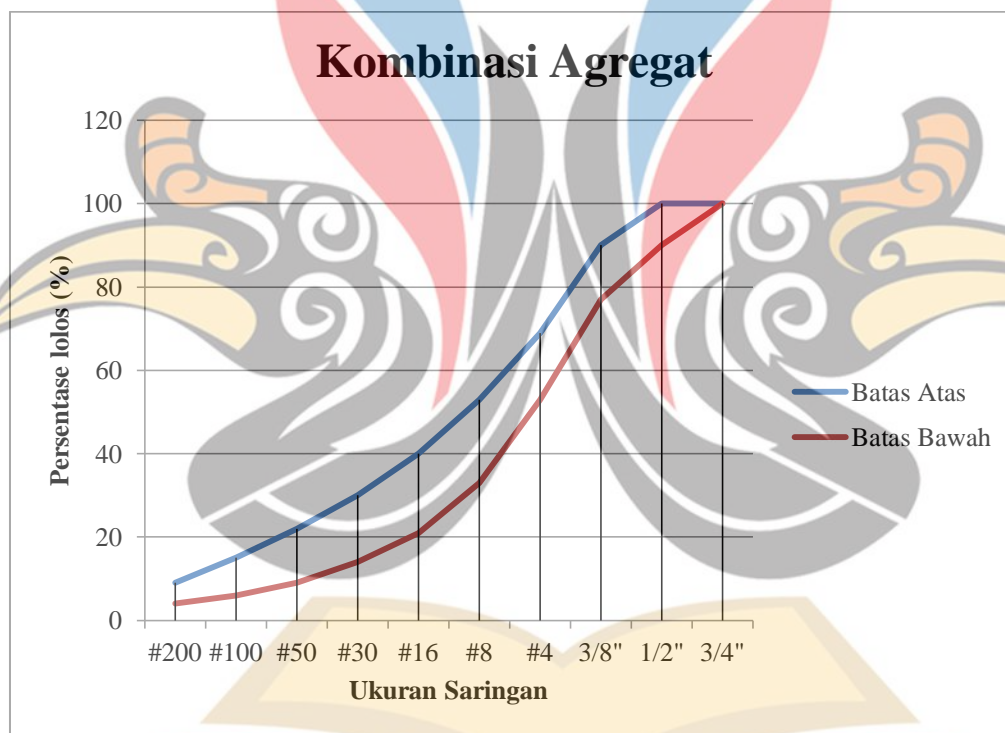
(Sukirman,2016)

2.5.2 Kombinasi Agregat

Kombinasi agregat adalah jumlah persentase kebutuhan masing-masing jenis agregat (agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi/*filler*) dalam campuran agregat keseluruhan. Kombinasi agregat diperoleh melalui proses *trial and error* dengan mengubah nilai persentase agregat dalam campuran hingga persentase lolos masing-masing ukuran saringan memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2010 seperti pada tabel 2.2 dan gambar 2.1 berikut (Sukirman,2016)

Tabel 2. 2 Spesifikasi persentase lolos ayakan untuk kombinasi agregat

Ukuran Ayakan	Persentase lolos saringan (%)
1"	100
3/4"	100
1/2"	90 - 100
3/8"	77 - 90
No.4	53 - 69
No.8	33 - 53
No.16	21 - 40
No.30	14 - 30
No.50	9 - 22
No.100	6 - 15
No.200	4 - 9



Gambar 2. 1 Persyaratan persentase lolos saringan untuk kombinasi agregat

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Revisi 3 tahun 2010

2.5.3 Berat Jenis Agregat

Dalam rancangan campuran dibutuhkan parameter penunjuk berat, yaitu berat jenis agregat. Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat dari satuan volume agregat terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan.

A. Berat jenis *bulk*/curah kering (S_d)

Berat jenis *bulk* (bulk specific gravity), disebut juga berat jenis curah kering, S_d , adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan seluruh volume agregat. Berikut persamaan untuk menentukan berat jenis masing-masing agregat

Berat jenis *bulk* agregat kasar

$$S_d = \frac{A}{B - C}$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat agregat jenuh kering permukaan

C = Berat benda uji dalam air

Berat jenis *bulk* agregat halus

$$S_d = \frac{A}{B + S - C}$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat piknometer berisi air

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan

S = Berat agregat kondisi jenuh kering permukaan

B. Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)

Berat jenis jenuh kering permukaan (saturated surface dry specific gravity), disebut juga berat jenis curah, S_s , adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan, jadi merupakan berat agregat kering ditambahkan berat air yang dapat meresap ke dalam pori agregat, dan seluruh volume agregat. Berikut persamaan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan masing-masing agregat

Berat jenis jenuh kering permukaan agregat kasar

$$S_s = \frac{B}{B - C}$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat agregat jenuh kering permukaan

C = Berat benda uji dalam air

Berat jenis jenuh kering permukaan agregat halus

$$S_s = \frac{S}{B + S - C}$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat piknometer berisi air

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan

S = Berat agregat kondisi jenuh kering permukaan

C. Berat jenis semu (Sa)

Berat jenis semu (apparent specific gravity), Sa, adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering, dan volume agregat yang tak dapat diresapi oleh air. Berikut persamaan untuk menentukan berat jenis semu masing-masing agregat

Berat jenis semu agregat kasar

$$S_a = \frac{A}{A - C}$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat agregat jenuh kering permukaan

C = Berat benda uji dalam air

Berat jenis semu agregat halus

$$S_a = \frac{A}{B + A - C}$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat piknometer berisi air

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan
S = Berat agregat kondisi jenuh kering permukaan

D. Penyerapan air (S_w)

Angka penyerapan digunakan untuk menghitung perubahan berat dari suatu agregat akibat air yang menyerap ke dalam pori di antara partikel utama dibandingkan dengan pada saat kondisi kering, ketika agregat tersebut dianggap telah cukup lama kontak dengan air sehingga air telah menyerap penuh. Berikut persamaan untuk menentukan nilai persentase penyerapan air masing-masing agregat

Penyerapan air agregat kasar

$$S_w = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat agregat jenuh kering permukaan

C = Berat benda uji dalam air

Penyerapan air agregat halus

$$S_w = \frac{S - A}{A} \times 100\%$$

dimana

A = Berat agregat kering oven

B = Berat piknometer berisi air

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan

S = Berat agregat kondisi jenuh kering permukaan

E. Berat jenis agregat gabungan

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 specific gravity*) dan berat jenis semu (*apparent gravity*). Setelah didapatkan berat jenis pada masing-masing agregat serta berat jenis bahan pengisi/*filler* pada pengujian material maka massa jenis dari gabungan agregat tersebut dapat dihitung dalam persamaan berikut

Berat jenis curah kering/*bulk* gabungan agregat

$$BD_{Bulk} = \frac{100}{\frac{\%CA}{Sd_{CA}} + \frac{\%MA}{Sd_{MA}} + \frac{\%FA}{Sd_{FA}} + \frac{\%Sand}{Sd_{Sand}} + \frac{\%Filler}{Gs_{Filler}}}$$

Berat jenis semu/*apparent* gabungan agregat

$$BD_{App} = \frac{100}{\frac{\%CA}{Sa_{CA}} + \frac{\%MA}{Sa_{MA}} + \frac{\%FA}{Sa_{FA}} + \frac{\%Sand}{Sa_{Sand}} + \frac{\%Filler}{Gs_{Filler}}}$$

Berat jenis efektif gabungan agregat

$$BD_{eff} = \frac{BD_{Bulk} + BD_{App}}{2}$$

dimana

BD_{Bulk} = Massa jenis curah kering/*bulk* gabungan agregat (gr/cc)

BD_{App} = Massa jenis semu/*apparent* gabungan agregat (gr/cc)

%CA = Persentase *Coarse Aggregate* dalam campuran agregat (%)

%MA = Persentase *Medium Aggregate* dalam campuran agregat (%)

%FA = Persentase *Fine Aggregate* dalam campuran agregat (%)

%Sand = Persentase Pasir dalam campuran agregat (%)

%*Filler* = Persentase bahan pengisi/*filler* dalam campuran agregat (%)

Sd = Berat jenis curah kering/*bulk* agregat

Sa = Berat jenis semu/*apparent* agregat

Gs_{Filler} = Berat jenis semen

2.5.4 Keausan agregat

Daya tahan agregat terhadap beban mekanis diperiksa dengan melakukan pengujian keausan agregat dengan menggunakan alat abrasi Los Angeles. Gaya

mekanis pada pemeriksaan dengan alat abrasi Los Angeles diperoleh dari bola-bola baja yang dimasukkan bersama dengan agregat yang hendak diuji. Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 (tujuh) cara berikut

Tabel 2. 3 Daftar gradasi dan berat benda uji untuk pengujian keausan agregat

Ukuran Saringan				Gradasi dan berat benda uji (gram)						
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		A	B	C	D	E	F	G
mm	in	mm	in							
75	3	63	2 1/2	-	-	-	-	2500 ±50	-	-
63	2 1/2	50	2	-	-	-	-	2500 ±50	-	-
50	2	37.5	1 1/2	-	-	-	-	5000 ±50	5000 ±50	-
37.5	1 1/2	25	1	1250 ±25	-	-	-	-	5000 ±25	5000 ±25
25	1	19	3/4	1250 ±25	-	-	-	-	-	5000 ±25
19	3/4	12.5	1/2	1250 ±10	2500 ±10	-	-	-	-	-
12.5	1/2	9.5	3/8	1250 ±10	2500 ±10	-	-	-	-	-
9.5	3/8	6.3	1/4	-	-	2500 ±10	-	-	-	-
6.3	1/4	4.75	No. 4	-	-	2500 ±10	2500 ±10	-	-	-
4.75	No. 4	2.36	No. 8	-	-	-	2500 ±10	-	-	-
Total				5000	5000	5000	5000	10000	10000	10000
Jumlah Bola				12	11	8	6	12	12	12
Berat Bola (gram)				5000 ±25	4584 ±25	3330 ±20	2500 ±15	5000 ±25	5000 ±25	5000 ±25

2.6 Polimer PET

Sifat mekanis dari polimer ditentukan oleh prinsip *time-temperature superposition*. Prinsip ini mampu menunjukkan bahwa waktu dan temperatur dapat memiliki sifat yang sama namun berlawanan. Kekuatan polimer pada pembebanan *high-rate* dan temperatur rendah dapat secara efektif menyerupai kekuatannya pada pembebanan *low-rate* dan temperatur tinggi. Hal ini dapat berarti jika dilakukan pengujian pada temperatur tinggi dan pembebanan *fast-rate*, hasil pengujian dapat digunakan untuk memperkirakan kekuatan polimer pada temperatur rendah dan *rate* pembebanan yang lebih rendah. Namun, hal ini dapat pula berarti temperatur aplikasi polimer dapat bervariasi tergantung pada *rate*

pembebanan pada aplikasi tersebut. Beban kecil pada temperatur tinggi dapat berakibat yang sama dengan beban besar pada temperatur rendah (Umam dkk, 2007)

Polimer sering dianggap sebagai material yang tidak mampu memberikan performa yang baik pada temperatur tinggi. Namun, terdapat beberapa polimer yang mampu mengakomodir hal tersebut. Pada temperatur tinggi, polimer tidak hanya melunak, tetapi juga dapat mengalami degradasi termal. Menentukan temperatur aplikasi membutuhkan pengetahuan mengenai perilaku degradasi termal dari polimer tersebut. Titik pelunakan pada polimer sangatlah ditentukan oleh tipe polimer yang digunakan. Pada polimer amorf, suhu yang penting adalah T_g (*glass transition temperature*). Sedangkan pada polimer kristalin dan semi-kristalin, suhu yang penting terletak pada T_m (*melting point*) (Umam dkk, 2007)

PET adalah polimer sintesis termoplastik semi-kristal, yang memiliki umur panjang karena tahan terhadap biodegradasi dan sebagai hasilnya sejumlah besar limbah PET terakumulasi. Proses daur ulang fisik, mekanik dan kimia telah dikembangkan bahkan untuk skala industri. Daur ulang secara mekanik dan fisik mempunyai kelemahan, karena itu daur ulang kimia merupakan daur ulang yang menarik di dunia (Suhardi,2016)

Menurut Mujiarto (2005), Polyethylene perephtalate yang sering disebut PET memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut

Tabel 2. 4 Karakteristik PET

Rumus Kimia	$(C_{10}H_8O_3)_n$
Terbuat dari	Glikol (EG) dan terephyalic acid (TPA) atau dimetylester atau asam perephtalat (DMT)
Sifat Fisik	Bersifat jernih, kuat, liat, dimensinya stabil, tahan nyala api, tidak beracun, permeabilitas terhadap gas, aroma maupun air rendah, daya serap uap air dan daya serap terhadap air yang rendah
Berat Jenis	1.38 gr/cm^3 (200°C)
Titik Leleh	250° C
Titik Didih	350° C

2.7 Zat Aditif Anti-Stripping

Menurut Spesifikasi Umum (2010), Aditif kelekatan dan anti pengelupasan (*anti-stripping agent*) harus ditambahkan dalam bentuk cairan kedalam timbangan aspal dengan menggunakan pompa penakar (*dozing pump*) pada saat proses pencampuran basah di pugmil. Kuantitas pemakaian aditif anti stripping dalam rentang 0.2 – 0.4% terhadap berat aspal.

Dalam fungsinya, bahan anti pengelupasan bertindak sebagai penghubung antara agregat dan aspal. Tanpa anti pengelupasan, air bisa merembes ke dalam agregat dan melepas ikatan aspal (Aminsyah, 2014)

Hilangnya adhesi dapat menimbulkan beberapa jenis kerusakan perkerasan, seperti bergelombang, pecah/*cracking*, dan mendorong terjadinya pelepasan butiran. Namun kehilangan adhesi dapat diatasi dengan bantuan bahan aditif anti pengelupasan, ketika ditambahkan ke aspal, menggantikan kelembaban di permukaan dari adhesi agregat dan menghasilkan ikatan di permukaan agregat. Keuntungan dari penambahan *anti-stripping agent* adalah meningkatkan pelapisan aspal dengan agregat walau dalam keadaan basah, meningkatkan ikatan atau *bonding* dan anti penuaan, dan memperpanjang umur jalan selama 3-4 tahun. Namun kekurangannya ialah harga dari *anti-stripping agent* yang masih relatif mahal. (Aminsyah, 2014)

Wetfix-BE merupakan salah satu dari jenis *anti-stripping agent* yang memiliki tingkat sensitifitas yang cukup tinggi, selain harganya yang relatif mahal dan penambahan jumlahnya terhadap campuran aspal sangat sedikit, akan tetapi menghasilkan stabilitas yang cukup baik. Wetfix-BE ini memiliki beberapa kegunaan, antara lain :

1. Memperpanjang waktu pelapisan ulang *hotmix*.
2. Biaya perawatan yang lebih rendah.
3. Memungkinkan seleksi jenis agregat yang lebih luas.
4. Meminimalisir kerusakan oleh air.

Kerentanan kelembaban adalah kecenderungan menuju pengelupasan campuran beraspal. Hilangnya integritas dari suatu campuran aspal melalui melemahnya ikatan antara agregat dan pengikat yang dikenal sebagai pengelupasan. Pengelupasan biasanya dimulai di bagian bawah lapisan campuran aspal, dan secara bertahap bergerak ke atas. Situasi itu adalah hilangnya kekuatan secara bertahap selama bertahun-tahun, yang menyebabkan banyak yang timbul di permukaan seperti alur, lipatan, gelombang, *raveling*, *cracking*, dan sebagainya (Sembiring, 2013)

2.8 Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang membahas terkait aspal dengan campuran polimer serta aspal dengan tambahan zat aditif *anti-stripping*. Penelitian-penelitian tersebut berkaitan dengan komposisi aspal polimer yang memiliki nilai stabilitas optimum dan komposisi campuran zat aditif *anti-stripping* yang optimum pada campuran aspal. Penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian
Ana Ubudiyah	Alternatif Aspal Modifikasi Polimer Dengan Menggunakan Sampah Plastik Kemasan Makanan	2019	Polimer yang digunakan adalah jenis PET (<i>polyethylene perephthalate</i>), dilakukan pencampuran dengan kadar aspal 5%, 6%, dan 7%, dan kadar polimer PET 0%, 2%, 5%, dan 10% didapatkan kesimpulan bahwa aspal modifikasi polimer memiliki stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan aspal konvensional dengan komposisi aspal 5.3% dan kadar polimer 0.5%. Akan tetapi, penggunaan polimer menyebabkan

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian
			ketahanannya terhadap suhu menjadi berkurang.
Muhammad Aminsyah	Studi Eksperimental Penambahan Zat Aditif <i>Anti Stripping</i> Pada Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-WC)	2014	Penambahan zat aditif <i>anti-stripping</i> dapat meningkatkan keawetan atau durabilitas campuran secara signifikan sebesar 4.62% yang akan membuat campuran lapis aspal beton lebih tahan dari pengelupasan butir akibat pengaruh air dan cuaca. Penambahan zat aditif yang optimum adalah 0.3% dari kadar aspal dalam campuran.
Afrianti Hartini Sembiring dan Zulkarnain A. Muis	Pengaruh Penggunaan Variasi <i>Anti-Stripping Agent</i> Terhadap Karakteristik Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC)	2013	Penelitian ini menggunakan 3 (tiga) produk zat aditif yaitu Wetfix-BE, Derbo-401, dan Morlife 2200. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa nilai stabilitas yang paling baik terjadi pada penambahan zat aditif Wetfix-BE yaitu sebesar 96.41% dengan kadar zat aditif 0.5% dari berat aspal

2.9 Posisi Penelitian

Berdasarkan hasil studi literatur terhadap penelitian sebelumnya mengenai alternatif aspal modifikasi polimer dari sampah plastik kemasan makanan dan pengaruh penggunaan *anti stripping* terhadap karakteristik aspal beton lapis aus (AC-WC), dilakukan penelitian Pengembangan Alternatif Aspal Modifikasi Polimer dari Sampah Plastik Kemasan Makanan dengan Penambahan Zat Aditif *Anti Stripping*.

Penelitian ini mengambil irisan dari aspal modifikasi polimer dari sampah plastik kemasan makanan dan penambahan zat aditif *anti stripping*. Posisi penelitian terhadap penelitian-penelitian terdahulu disajikan pada gambar 2.2 berikut.

