

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Sampel Material dan Data Untuk Material RAP dan Material Baru

4.1.1 Kronologi Pengambilan Sampel Material

Pengambilan sampel yaitu, Pengambilan material sisa bongkaran jalan RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) sebanyak ± 40 kg, dari Ruas Jalan Pulau Indah kota kupang, untuk pengambilan material RAP diambil dari timbunan tempat pembuangan sisa material RAP dengan menggunakan alat sekop, Setelah itu material RAP dimasukkan kedalam karung, Karena merupakan sisa pengangkutan Ukuran material RAP yang bervariasi harus terlebih dahulu diekstraksi untuk mengetahui komposisi agregat yang ada didalam sisa bongkaran jalan tersebut, Metode yang digunakan untuk material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) yaitu Metode Hot Mix Recyalling. Hot mix Recyalling adalah metode mendaur ulang dengan cara dipanaskan (Ekstraksi), Ekstraksi yaitu proses pemisahan antara agregat dengan aspal menggunakan bahan pelumas minyak tanah atau bensin, setelah itu agregat dibersihkan dan disaring untuk mendapatkan agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan sedangkan, Untuk material baru yaitu Batu pecah 3/4" sebanyak ± 40 kg, diambil dari Stock Pile Matani milik (PT BUMI INDAH), proses pengambilan material mengacu pada SNI 03 – 6889 – 2002. Sampel agregat kasar, Batu pecah 3/4" diambil dari timbunan agregat berbentuk kerucut hasil produksi stone crusher. Peralatan yang digunakan adalah Sekop, Karung meter, Spidol, Cara pengambilannya adalah menentukan tempat pengambilan contoh agregat pada tempat timbunan, dengan menggunakan *Metode Systematic Random Sampling* yaitu pengambilan secara acak dari bagian bawah, bagian tengah dan bagian atas pada tempat timbunan, sehingga dapat mewakili keseluruhan populasi dilapangan tempat pengambilan sampel. Dan untuk material Kapur Padam diambil dari Kota Soe, Desa Nonohonis sebanyak ± 40 kg, Jumlah masing-masing sampel pada tempat pengambilan yang akan digunakan untuk campuran aspal AC-BC sedangkan Untuk aspal diambil dari PT. Pertamina dengan penetrasi 60/70 diambil sebanyak 5 liter.

Kemudian seluruh material dibawa ke laboratorium Jalan Raya Balai Pengujian dan Peralatan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi NTT untuk dilakukan pengujian.

4.2 Pekerjaan Persiapan Peralatan dan Material

Pekerjaan persiapan peralatan dilakukan sebelum melakukan pemeriksaan material. Peralatan untuk perencanaan campuran di laboratorium meliputi antara lain untuk alat *Quartering*, satu set saringan (1", 3/4", 1/2", 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan No.200), satu set alat pengujian berat jenis, satu set alat pengorengan cetakan benda uji, mesin penumbuk, mesin *Los Angeles*, *extruder*, *water bath*, oven, alat pencampur, alat *Marshall* dan alat bantu lainnya. Setiap alat yang digunakan dalam penelitian sudah dalam kondisi baik dan siap digunakan.

4.3 Data Primer

Data primer berupa pengujian Material RAP (Agregat Lama), Material Baru (Agregat Baru) dan Filler yang dilakukan di laboratorium antara lain pengujian Ekstraksi, Gradasi, Berat jenis dan Penyerapan Air, dan Abrasi

4.3.1 Ekstraksi Material RAP

Material sisa bongkaran jalan (RAP) yang akan digunakan yaitu material yang diambil dari Jln.Pulau Indah Kota Kupang, Sebelum dilakukan pengujian, material RAP terlebih dahulu harus diekstraksi. Proses Pengekstraksian dilakukan di Laboratorium, Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam Proses Pengekstraksian material RAP, Yang Pertama material RAP harus melewati Proses Penghancuran terlebih dahulu tujuan dilakukan proses penghancuran agar saat dipanaskan dalam wajan panas, Aspal dan Agregat dapat terpisah secara cepat dan merata, material RAP harus dipanaskan sampai sudah terlihat agregat dan aspal sudah terpisah, Tahapan Kedua setelah Agregat sudah terpisah dari aspal, Agregat di keluarkan dari wajan panas dan agregat letakan dalam pan lalu di cuci menggunakan bahan Pelumas yaitu minyak tanah, Tujuannya untuk membersihkan Agregat dari sisa aspal yang melekat, Tahapan terakhir Agregat dicuci menggunakan air hingga bersih tujuannya untuk membersihkan Agregat dari sisa aspal dan bahan pelumas, lalu agregat dikeringkan untuk dilanjutkan dengan pengujian selanjutnya

4.3.2 Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Agregat Kasar Untuk Material RAP

Tujuan dari pengujian analisa saringan ini adalah untuk menentukan pembagian butiran Agregat kasar dan Agregat halus dengan menggunakan saringan, material RAP yang digunakan adalah RAP yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ dan tertahan saringan 8. Berikut ini Tabel Hasil perhitungan pengujian analisa saringan Agregat Kasar Batu pecah $\frac{1}{2}$ RAP :

Tabel 4.1 : Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Batu pecah ½ RAP

SARINGAN		Jumlah Tertahan		Berat benda uji I (g) = 1.559				Rata-Rata
				Berat benda uji II (g) = 1.571				
(ASTM)	(mm)	I	II	Persen Tertahan		Persen Lolos		
				I	II	I	II	
3/4	19,0	0	0	0	0	100	100	100
1/2	12,5	0	0	0	0	100	100	100
3/8	9,50	589	537	37,80	34,22	62,20	65,78	63,99
No.4	4,75	1.222	1.196	78,39	76,14	21,61	23,86	22,74
No.8	2,36	1.558	1.570	99,94	99,94	0,06	0,06	0,06
No.16	1,18							
No.30	0,60							
No.50	0,30							
No.100	0,15							
No.200	0,075							

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh Perhitungan :

$$\text{Persen Tertahan} = \frac{\text{jumlah berat tertahan} \times 100}{\text{berat benda uji}} = \frac{1,558 \times 100}{1,559} = 99,94 \%$$

$$\text{Persen Lolos} = 100 - \text{Persen tertahan} = 100 - 99,94 = 0,06 \%$$

$$\text{Rata-rata \% lolos} = \frac{\text{persen lolos I} + \text{persen lolos II}}{2} = \frac{0,06+0,06}{2} = 0,06 \%$$

. Dari Tabel 4.1 Pengujian analisa saringan agregat kasar Batu pecah ½ RAP, terlihat bahwa hasil perhitungan pengujian analisa Saringan sudah memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu Agregat kasar 100% lolos saringan No. ¾ dan tertahan pada saringan No.8.

4.3.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agrgat Kasar untuk Material RAP

Agregat kasar yang digunakan dalam pengujian ini yaitu Agregat yang didapat dari hasil analisa saringan agregat kasar material RAP yaitu batu pecah ½. Untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air Agregat kasar yaitu batu pecah yang lolos saringan no ¾ dan tertahan saringan no 8. Hasil perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar untuk material RAP dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 : Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar Batu Pecah ½ RAP

Uraian		A	B	Satuan	
Berat benda uji kering permukaan jenuh	BJ	3.414	3.429	gram	
Berat benda uji di dalam air	BA	2.105	2.107	gram	
Berat benda uji kering oven	BK	3.348	3.366	gram	
		A	B	Rata-Rata	Spec
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2,558	2,546	2,552	-
Berat Jenis (ssd)	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2,608	2,594	2,601	-
Berat Jenis (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2,694	2,673	2,683	-
Penyerapan Air	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	1,977	1,860	1,918	Max 3

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh perhitungan :

$$\text{Berat Jenis (bulk)} = \frac{Bk}{Bj - Ba} = \frac{3,348}{3,414 - 2,105} = 2,558 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis (ssd)} = \frac{Bj}{Bj - Ba} = \frac{3,424}{3,424 - 2,105} = 2,608 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis (apparent)} = \frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{3,348}{3,348 - 2,105} = 2,694 \text{ gr}$$

$$\text{Penyerapan Air (Absorption)} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{3,424 - 3,348}{3,348} \times 100\% = 1,977\%$$

Dari tabel 4.2 hasil perhitungan pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar Batu pecah ½ RAP, setiap proses pengujian berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis apparent dan penyerapan air pada fraksi kasar dilakukan secara berurutan, dikarenakan pada pengujian tersebut memiliki kebutuhan parameter yang sama dan saling terkait yaitu berat benda uji kering oven, berat benda uji kering permukaan jenuh dan berat benda uji dalam air. Sehingga pengujian tersebut dilakukan pada hari yang bersamaan dan menjadi satu paket pengujian. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berat jenis curah (Bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan air (Absorption). Hasil pengujian penyerapan air Agregat kasar Batu pecah ½ RAP yang terdapat pada Tabel 4.2 memenuhi standar pengujian yang diisyaratkan yakni maksimum 3 % (SNI 1669 – 1989 – F).

4.3.4 Pengujian Keausan (Abrasi) Agregat Kasar Untuk Material RAP

Pengujian ini dilakukan pada material RAP batu pecah yang lolos saringan ukuran ¾" dan tertahan saringan 3/8". Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No. 12. Hasil perhitungan pengujian keausan (Abrasi) Agregat kasar untuk material RAP dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 : Pengujian Keausan (Abrasi) Agregat kasar Pada RAP

Gradasi Pemeriksaan		GRADING (B)	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (b)
76,2 (3")	63,5 (2 1/2")		
63,5 (2 1/2")	50,8 (2")		
50,8 (2")	36,1 (1 1/2")		
36,1 (1 1/2")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (3/4")		
19,1 (3/4")	12,7 (1/2")	2.500	2.500
12,7 (1/2")	9,52 (3/8")	2.500	2.500
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No.4)		
4,75 (No.4)	2,36 (No.8)		
Jumlah Berat		5.000	5.000
Berat tertahan saringan No.12 sesudah percobaan (b)		3.923,0	3.920,8
I.	a. = 5.000 gram	II.	a. = 5.000 gram
	b. = <u>3.923 gram</u>		b. = <u>3.921 gram</u>
	a - b = 1.077 gram		a - b = 1.079 gram
Keausan -I	= $\frac{a - b}{a} \times 100\%$	=	21,54
Keausan -II	= $\frac{a - b}{a} \times 100\%$	=	21,58
Keausan rata-rata	= 21.56		Spec : Max 40

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Hasil perhitungan pengujian abrasi agregat kasar RAP yang terdapat pada Tabel 4.6 memenuhi syarat yakni maksimum 40 % (SNI03-2417-1991).Nilai keausan agregat adalah 21.56%.

4.3.5 Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Agregat Halus untuk Material RAP

Material yang digunakan pada pengujian analisa saringan (Gradasi) Agregat halus untuk material RAP yaitu pasir, agregat yang sudah lolos saringan no. 4, Berikut ini tabel hasil perhitungan pengujian analisa saringan Agregat halus pasir RAP :

Tabel 4.4 : Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus RAP (Pasir)

SARINGAN		Jumlah Tertahan		Berat benda uji I (g) = 2.710				Rata-Rata
				Berat benda uji II (g) = 2.119				
(ASTM)	(mm)	I	II	Persen Tertahan		Persen Lolos		
		I	II	I	II	I	II	
3/4	19,0	0	0	0	0	100	100	100
1/2	12,5	0	0	0	0	100	100	100
3/8	9,50	0	0	0	0	100	100	100
No.4	4,75	0	0	0	0	100	100	100,00
No.8	2,36	526	523	19,41	24,69	80,59	75,31	77,95
No.16	1,18	2.103	1.372	77,62	64,75	22,38	35,25	28,82
No.30	0,60	2.594	1.697	95,72	80,08	4,28	19,92	12,10
No.50	0,30	2.597	1.879	95,82	88,67	4,18	11,33	7,75
No.100	0,15	2.616	2.030	96,52	95,80	3,48	4,20	3,84
No.200	0,075	2.625	2.045	96,88	96,50	3,12	3,50	3,31

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh Perhitungan :

$$\text{Persen Tertahan} = \frac{\text{jumlah berat tertahan} \times 100}{\text{berat benda uji}} = \frac{2.625 \times 100}{2.710} = 96,88 \%$$

$$\text{Persen Lolos} = 100 - \text{Persen tertahan} = 100 - 96,88 = 3,12 \%$$

$$\text{Rata-rata \% lolos} = \frac{\text{persen lolos I} + \text{persen lolos II}}{2} = \frac{3,12 + 3,50}{2} = 3,31 \%$$

Tujuan dari pengujian analisa saringan ini adalah untuk menentukan pembagian butiran dari agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan saringan. Dari pengujian analisa saringan fraksi halus pasir RAP pada Tabel 4.4 terlihat bahwa, hasil perhitungan pengujian analisa saringan Agregat halus pasir RAP memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu, 100% lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200

4.3.6 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus untuk Material RAP

Agregat yang dipakai dalam pengujian ini adalah butiran yang lolos saringan No. 4 dan yang digunakan di dalam pengujian berat jenis dan penyerapan air adalah material Agregat halus pasir RAP yang sudah lolos saringan No. 4. Berikut ini tabel hasil

perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus material RAP yaitu pasir dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 : Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Pasir RAP

No. Contoh		A	B	Satuan	
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500	500	500	gram	
Berat piknometer + air (25°C)	B	717,40	718,60	gram	
Berat piknometer + air + benda uji	Bt	1020,00	1022,20	gram	
Berat benda uji kering oven (Bk)	BK	494,60	495,00	gram	
		A	B	Rata-Rata	Spec
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$	2,506	2,520	2,513	-
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,533	2,546	2,539	-
Berat Jenis (apparent)	$\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$	2,576	2,586	2,581	-
Penyerapan Air	$\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\%$	1,092	1,010	1,051	Max 3

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh perhitungan :

$$\text{Berat Jenis (bulk)} = \frac{Bk}{B+500-Bt} = \frac{494,60}{717,40 + 500 - 1020,00} = 2,506 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis (SSD)} = \frac{500}{B+500-Bt} = \frac{500}{717,40 + 500 - 1020,00} = 2,533 \text{ gr}$$

$$\text{Berat jenis (apparent)} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} = \frac{494,60}{717,60 + 494,60 - 1020,00} = 2,576 \text{ gr}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{500 - 494,60}{494,60} \times 100\% = 1,092 \%$$

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berat jenis curah (Bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan air (Absorption) untuk agregat halus pasir RAP. Hasil perhitungan pengujian berat dan penyerapan air agregat halus pasir RAP, yang terdapat pada Tabel 4.5, memenuhi standar pengujian yang disyaratkan yakni maksimum penyerapan air 3 % (SNI 03 - 1969 – 1990). Untuk material pasir RAP lolos saringan No. 200 adalah 3,31 %.

4.3.7 Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Agregat Kasar untuk Material Baru

Dalam pengujian analisa saringan ini digunakan material baru dari AMP Matani milik PT.Bumi Indah, Penggunaan material baru untuk analisa saringan berupa batu pecah ¾ yang tertahan saringan no. 4, Hasil perhitungan pengujian analisa saringan material baru batu pecah ¾ dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 :Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Material Baru (Batu ¾)

SARINGAN		Jumlah Tertahan		Berat benda uji I (g) = 1.559				Rata-Rata
				Berat benda uji II (g) = 1.581				
(ASTM)	(mm)	I	II	Persen Tertahan		Persen Lolos		
				I	II	I	II	
1	25,0	0	0	0	0	100	100	100
¾	19,0	0	0	0,00	0,00	100,00	100,00	100
½	12,5	825	823	52,93	52,06	47,07	47,94	47,51
⅜	9,50	924	871	59,27	55,08	40,73	44,92	42,82
No.4	4,75	1.244	1.295	79,79	81,88	20,21	18,12	19,16
No.8	2,36							
No.16	1,18							
No.30	0,600							
No.50	0,300							
No.100	0,150							
No.200	0,075							

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh Perhitungan :

$$\text{Persen Tertahan} = \frac{\text{jumlah berat tertahan} \times 100}{\text{berat benda uji}} = \frac{1.244 \times 100}{1.559} = 79,79 \%$$

$$\text{Persen Lolos} = 100 - \text{Persen tertahan} = 100 - 79,79 = 20,21 \%$$

$$\text{Rata-rata \% lolos} = \frac{\text{persen lolos I} + \text{persen lolos II}}{2} = \frac{20,21+18,12}{2} = 19,16 \%$$

Tujuan dari pengujian analisa saringan ini adalah untuk menentukan pembagian butiran dari agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan saringan Pengujian analisa saringan agregat kasar pada Tabel 4.6 memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu 100% lolos saringan No.¾ dan tertahan pada saringan No. 4.

4.3.8 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar untuk Material Baru

.Untuk pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar yaitu batu pecah $\frac{3}{4}$ yang lolos saringan no $\frac{3}{4}$ dan tertahan saringan no 4. Hasil perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar untuk material baru batu pecah $\frac{3}{4}$ dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7: Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agergat Kasar Material Baru Batu Pecah $\frac{3}{4}$

Uraian		A	B	Satuan	
Berat benda uji kering permukaan jenuh	BJ	3.404	2.952	gram	
Berat benda uji di dalam air	BA	2.086	1.810	gram	
Berat benda uji kering oven	BK	3.390	2.941	gram	
Uraian		A	B	Rata-Rata	Spec
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2,572	2,575	2,574	-
Berat Jenis (ssd)	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2,583	2,585	2,584	-
Berat Jenis (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2,599	2,601	2,600	-
Penyerapan Air	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	0,407	0,381	0,394	Max 3

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh perhitungan :

$$\text{Berat Jenis (bulk)} = \frac{Bk}{Bj - Ba} = \frac{3.390}{3.404 - 2.086} = 2,575 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis (ssd)} = \frac{Bj}{Bj - Ba} = \frac{3.404}{3.404 - 2.086} = 2,583 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis (apparent)} = \frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{3.390}{3.390 - 2.086} = 2,599 \text{ gr}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{3.404 - 3.390}{3.390} \times 100\% = 0,407 \%$$

Proses pengujian berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis apparent dan penyerapan air pada agregat kasar dilakukan secara berurutan, dikarenakan pada pengujian tersebut memiliki kebutuhan parameter yang sama dan saling terkait yaitu berat benda uji kering oven, berat benda uji kering permukaan jenuh dan

berat benda uji dalam air. Sehingga pengujian tersebut dapat dilakukan pada hari yang bersamaan dan menjadi satu paket pengujian.

Pengujian berat jenis dan penyerapan air untuk material baru agregat kasar. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah $\frac{3}{4}$. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berat jenis curah (Bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan air (Absorption). Hasil pengujian penyerapan air agregat kasar yang terdapat pada Tabel 4.7 memenuhi standar pengujian yang disyaratkan yakni maksimum penyerapan air 3 % (SNI 03 - 1969 – 1990).

4.3.9 Pengujian Keausan (Abrasi) Agregat Kasar pada Material Baru

Pengujian ini dilakukan pada material Baru batu pecah yang lolos saringan ukuran $\frac{3}{4}$ " dan tertahan saringan $\frac{3}{8}$ ". Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No. 12. Hasil perhitungan pengujian keausan (Abrasi) agregat kasar pada material baru dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.8 : Pengujian Keausan (Abrasi) Agregat Kasar Pada Material Baru

Gradasi Pemeriksaan		GRADING (B)	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (b)
76,2 (3")	63,5 (2 1/2")		
63,5 (2 1/2")	50,8 (2")		
50,8 (2")	36,1 (1 1/2")		
36,1 (1 1/2")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (3/4")		
19,1 (3/4")	12,7 (1/2")	2.500	2.500
12,7 (1/2")	9,52 (3/8")	2.500	2.500
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No.4)		
4,75 (No.4)	2,36 (No.8)		
Jumlah Berat		5.000	5.000
Berat tertahan saringan No.12 sesudah percobaan (b)		3.729,0	3.724,5
I.	a. = 5.000 gram	II.	a. = 5.000 gram
	b. = 3.729 gram		b. = 3.725 gram
	a - b = 1.271 gram		a - b = 1.276 gram
Keausan -I	= $\frac{a - b}{a} \times 100\%$	=	25,42
Keausan -II	= $\frac{a - b}{a} \times 100\%$	=	25,51
Keausan rata-rata	=		Spec : Max 40
			25,47

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari Tabel 4.8 Hasil perhitungan pengujian keausan (abrasi) agregat kasar material baru yang terdapat pada Tabel 4.11 memenuhi syarat yakni maksimum 40 % (SNI03-2417-1991).Nilai keausan agregat adalah 25.47%.

4.3.10 Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) untuk *Filler* Material Kapur Padam

Material yang digunakan pada pengujian analisa saringan agregat halus yaitu agregat yang lolos saringan no. 4 berupa Kapur Padam. Hasil perhitungan pengujian analisa saringan (Gradasi) material kapur padam dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.9 : Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Material Kapur Padam

SARINGAN		Jumlah Tertahan		Berat benda uji I (g) = 826				Rata- Rata
				Berat benda uji II (g) = 1.048				
(ASTM)	(mm)	I	II	Persen Tertahan		Persen Lolos		
				I	II	I	II	
3/4	19,0	0	0	0	0	100	100	100
1/2	12,5	0	0	0	0	100	100	100
3/8	9,50	0	0	0	0	100	100	100
No.4	4,75	0	0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
No.8	2,36	120	140	14,54	13,36	85,46	86,64	86,05
No.16	1,18	245	296	29,68	28,24	70,32	71,76	71,04
No.30	0,60	346	402	41,91	38,36	58,09	61,64	59,86
No.50	0,30	436	511	52,82	48,76	47,18	51,24	49,21
No.100	0,150	512	630	62,02	60,11	37,98	39,89	38,93
No.200	0,075	698	890	84,55	84,92	15,45	15,08	15,26

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh Perhitungan :

$$\text{Persen Tertahan} = \frac{\text{jumlah berat tertahan} \times 100}{\text{berat benda uji}} = \frac{698 \times 100}{826} = 84,55 \%$$

$$\text{Persen Lolos} = 100 - \text{Persen tertahan} = 100 - 84,55 = 15,45 \%$$

$$\text{Rata-rata \% lolos} = \frac{\text{persen lolos I} + \text{persen lolos II}}{2} = \frac{15,45 + 15,08}{2} = 15,26 \%$$

Dari tabel 4.9 Hasil Perhitungan Pengujian analisa saringan (Gradasi) kapur padam, sudah memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu 100% lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No. 200.

4.3.11 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air untuk *Filler* Material Kapur Padam

Material yang dipakai dalam pengujian ini adalah butiran yang lolos saringan No. 4 berupa Material Kapur padam. Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan air Material Kapur Padam dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4.10 : Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Material Kapur Padam

No. Contoh		A	B	Satuan	
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500	500	500	gram	
Berat piknometer + air (25°C)	B	717,00	718,70	gram	
Berat piknometer + air + benda uji	Bt	1019,00	1020,50	gram	
Berat benda uji kering oven (Bk)	BK	498,20	498,40	gram	

		A	B	Rata-Rata	Spec
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$	2,516	2,515	2,515	-
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,525	2,523	2,524	-
Berat Jenis (apparent)	$\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$	2,539	2,535	2,537	-
Penyerapan Air	$\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\%$	0,361	0,321	0,341	Max 3

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Contoh perhitungan :

$$\text{Berat Jenis (bulk)} = \frac{Bk}{B+500-Bt} = \frac{498,20}{717,00+500-1019,00} = 2,516 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis (SSD)} = \frac{500}{B+500-Bt} = \frac{500}{717,00+500-1019,00} = 2,525 \text{ gr}$$

$$\text{Berat jenis (apparent)} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} = \frac{498,20}{717,00+498,20-1019,00} = 2,539 \text{ gr}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{500 - 498,20}{498,20} \times 100\% = 0.361 \%$$

Pengujian berat jenis dan penyerapan air untuk material kapur padam. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berat jenis curah (Bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan air (Absorption). Hasil pengujian penyerapan air agregat halus yang terdapat pada Tabel 4.10 memenuhi standar pengujian yang disyaratkan yakni maksimum penyerapan air 3 % (SNI 03 - 1969 – 1990).

4.4 Rancangan Gradasi Agregat Gabungan

Setelah diperoleh hasil Analisa Saringan (Gradasi) untuk setiap agregat, yaitu agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) maka dapat ditentukan Rancangan Gradasi Agregat Gabungan. Penentuan ini bertujuan untuk menentukan persentase dari masing-masing agregat yang terdiri dari, Batu Pecah ½" dan Pasir RAP Batu Pecah ¾" Agregat Baru, dan bahan pengisi (*filler*) Kapur Padam, dari hasil persentase tersebut dapat diperoleh Perkiraan Kadar Aspal (Pb) atau biasa disebut dengan Kadar Aspal Tengah. Penentuan gradasi agregat gabungan dalam campuran laston AC-BC yang ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat yang harus memenuhi batas-batas spesifikasi.

Komposisi Rancangan Agregat Gabungan dapat diketahui dengan cara grafis (penggambaran kurva hubungan antara persentase lolos agregat dan ukuran saringan berada di dalam kurva batas atas dan batas bawah (spesifikasi Bina Marga Tahun 2010). Perhitungan persentase agregat gabungan dan penggambaran kurva hubungannya dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

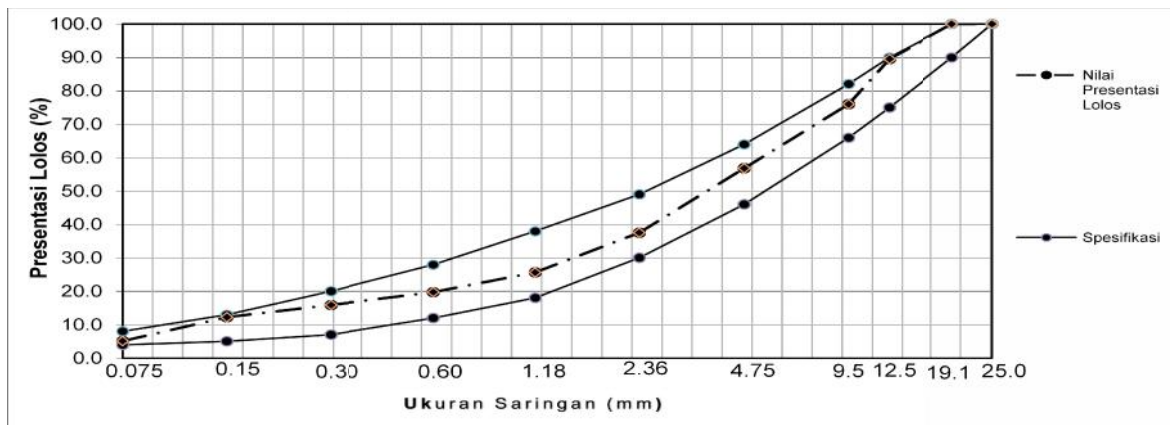
Tabel 4.11 :Hasil Perhitungan Rancangan Gradasi Agregat Gabungan

Uraian											
Inc mm	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
	25	19,1	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
Data Gradasi											
Batu Pecah 3/4 Ex. Matani	100	100,00	47,51	42,82	19,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Batu Pecah RAP 1/2" Ex.	100	100,00	100,00	63,99	22,74	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kapur Ex. Soe	100	100,00	100,00	100,00	100,00	86,05	71,04	59,86	49,21	38,93	15,26
Pasir RAP Ex.	100	100,00	100,00	100,00	100,00	77,95	28,82	12,10	7,75	3,84	3,31
Combinasi Agregat											
Batu Pecah 3/4 Ex. Matani	20,00%	20,00	20,00	9,50	8,56	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Batu Pecah RAP 1/2" Ex.	35,00%	35,00	35,00	35,00	22,40	7,96	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Kapur Ex. Soe	30,00%	30,00	30,00	30,00	30,00	25,82	21,31	17,96	14,76	11,68	4,58
Pasir RAP Ex.	15,00%	15,00	15,00	15,00	15,00	11,69	4,32	1,82	1,16	0,58	0,50
Total Campuran	100,00%	100,00	100,00	89,50	75,96	56,79	37,53	25,63	19,77	15,93	12,26
Spec. gradasi											
max	100,0	100	90,0	82,0	64,0	49,0	38,0	28,0	20,0	13,0	8,0
min	100,0	90	75,0	66,0	46,0	30,0	18,0	12,0	7,0	5,0	4,0

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Berikut ini merupakan grafik hasil perhitungan proporsi campuran beraspal yang menunjukkan gradasi tengah dan dari spesifikasi gradasi agregat seperti pada gambar grafik 4.1.

Grafik 4.1: Grafik Rancangan Gradasi Agregat Gabungan



Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari grafik ini dapat dilihat bahwa terdapat 3 garis. Dimana kedua garis merupakan batas atas dan batas bawah yang menunjukkan spesifikasi, sedangkan garis putus-putus berwarna hitam merupakan hasil gradasi pada penelitian. Dan dari grafik ini terlihat bahwa hasil gradasi pada penelitian ini memenuhi spesifikasi karena hasil plot antara ukuran saringan dan Presentase lolosnya berada diantara spesifikasi atau batas atas dan batas bawah spesifikasi, persyaratan campuran Pada grafik diatas berada dalam batasan kurva gradasi agregat gabungan untuk lapis aspal beton khususnya Laston AC-BC yang menggunakan Material RAP dan Material Baru yang menggunakan Filler Kapur Padam.

4.5 Data Sekunder

4.5.1 Bahan Pengikat Aspal Penetrasi 60/70

Data sekunder Dalam penelitian ini merupakan pengujian aspal, Data pengujian aspal yang digunakan merupakan data dari Laboratorium Jalan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan penetrasi 60/70 produksi Pertamina yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Data hasil pengujian aspal dapat dilihat pada Tabel 4.12 di bawah ini :

Tabel 4.12 :Data Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1.	Penetrasi 25, 100 gr, 5 dtk	66,80	60-70	Memenuhi
2.	Berat Jenis	1,030	≥ 1,0	Memenuhi
3.	Daktalitas 25 C° 5 Cm/menit	> 140	≥ 100	Memenuhi

Sumber : data sekunder hasil pengujian dan peralatan Dinas PU-PR Prov NTT 2019

Dari hasil perhitungan Aspal Penetrasi di atas yang akan digunakan untuk Pembuatan Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb) untuk campuran Laston AC-BC yang menggunakan Material Lama RAP dan Material Baru dengan Filler Kapur Padam

4.6 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb) Filler Kapur Padam

1. Fraksi Agregat

Fraksi agregat kasar diambil dari jumlah agregat gabungan (lihat Tabel 4.11) yang tertahan saringan nomor 8. Sedangkan fraksi agregat halus adalah hasil pengurangan dari presentase analisa saringan agregat yang lolos saringan nomor 8, dengan persentase analisa saringan agregat yang lolos saringan nomor 200. Fraksi bahan pengisi adalah persentase dari analisa saringan agregat yang lolos saringan nomor 200.

$$\begin{aligned}\text{Fraksi agregat kasar (CA)} &= 100\% - \% \text{ Total agregat saringan No. 8} \\ &= 100 - 37,53 \\ &= 62,5\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Fraksi agregat halus (FA)} &= \% \text{ Total agregat saringan No. 8} - \text{Total} \\ &\quad \text{Agregat lolos saringan No.200} \\ &= 37,53 - 5,07 \\ &= 32,5\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bahan pengisi (FF)} &= \% \text{ Total agregat lolos saringan No. 200} \\ &= 5,07 \%\end{aligned}$$

$$\text{Nilai konstanta} = 0,5 \text{ sampai } 1$$

2. Kadar Aspal Rencana

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

Keteranga :

Pb = kadar aspal perkiraan

CA = agregat kasar tertahan saringan No. 8

FA = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No. 200

Filler = agregat lolos saringan No. 200

Tabel 4.13 : Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb) untuk Komposisi Filler Kapur Padam

URAIAN	NILAI	SATUAN
Proporsi Fraksi Kasar (CA)	62,5	%
Proporsi Fraksi Halus (FA)	32,5	%
Proporsi Fraksi Bahan Pengisi (FF)	5,07	%
Nilai Konstanta (K) ditetapkan	1,00	
Perkiraan Kadar Aspal (Pb)	5,56	%

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Setelah diketahui proporsi gradasi dari setiap fraksi agregat dan nilai konstanta, maka dapat dihitung nilai kadar aspal rencana (Pb) untuk komposisi Filler Kapur Padam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{Konstanta} \\
 &= 0,035 (62,5) + 0,045 (32,5) + 0,18 (5,07) + 1 \\
 &= 5,56 \approx 6,00\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kadar aspal rencana di atas diperoleh 5,56%, dimana kadar aspal tersebut dibulatkan menjadi 6,00%. Sehingga variasi kadar aspal yang digunakan dalam percobaan, yaitu 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00%, dan 6,50%

4.7 Rancangan Campuran AC-BC Menggunakan 5 Variasi Kadar Aspal Dengan Filler Kapur Padam

Setelah memperoleh kadar aspal rencana (Pb), maka dilakukan rancangan campuran dengan menggunakan 5 variasi kadar aspal rencana yaitu, 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00%, dan 6,50%. Berat rencana total campuran adalah 1200 gram. Rancangan campuran ini yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji yang menggunakan Filler Kapur Padam. Hasil perhitungan rancangan campuran dalam persen (%) dan gram dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan 4.15 di bawah ini :

Tabel 4.14 : Perhitungan Rancangan Campuran Dalam Persen (%)

KOMPONEN	KOMPOSISI AGREGAT	KADAR ASPAL RENCANA (%)				
		4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
a) BATU PECAH 3/4 "	20,00%	19,10	19,00	18,90	18,80	18,70
(b) BATU PECAH 1/2 " (RAP)	35,00%	33,43	33,25	33,08	32,90	32,73
(c) KAPUR	30,00%	28,65	28,50	28,35	28,20	28,05
(d) PASIR ALAM (RAP)	15,00%	14,33	14,25	14,18	14,10	14,03
TOTAL AGG CAMPURAN (%)	100%	95,5	95,0	94,5	94,0	93,5
TOTAL CAMPURAN (%)		100	100	100	100	100

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Tabel 4.15 : Perhitungan Rancangan Campuran Dalam Gram

KOMPOSISI CAMPURAN KADAR ASPAL RENCANA	BERAT TIMBANGAN (Gr)					
	%	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
a) BATU PECAH 3/4 "	Gram	229,2	228,0	226,8	225,6	224,4
(b) BATU PECAH 1/2 " (RAP)	Gram	401,1	399,0	396,9	394,8	392,7
(c) KAPUR	Gram	343,8	342,0	340,2	338,4	336,6
(d) PASIR ALAM (RAP)	Gram	171,9	171,0	170,1	169,2	168,3
BERAT AGREGAT CAMPURAN (Gr)		1.146	1.140	1.134	1.128	1.122
BERAT ASPAL (Gr)		54,0	60,0	66,0	72,0	78,0
BERAT RENCANA TOTAL CAMPURAN (Gr)		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Berdasarkan hasil perhitungan Komposisi untuk campuran Laston AC-BC diatas maka dilanjutkan dengan proses pemadatan dengan alat pemadat sebanyak 2x75 tumbukan untuk mendapatkan benda uji hasil penggabungan seluruh material. Benda uji hasil dari proses pemadatan dilanjutkan dengan pengujian berat volume benda uji dan Test Marshall.

4.8 Test Marshall

Dari proses pemadatan didapatkan benda uji hasil gabungan seluruh material yang telah padat. Benda uji tersebut kemudian dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu pengujian berat volume untuk mendapatkan nilai VIM, VMA dan VFA serta pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai Stabilitas dan Flow. Data hasil perhitungan pengujian Marshall Campuran Laston AC-BC dapat dilihat pada tabel 4.15 dibawah ini :

Tabel 4.16 : Hasil Pengujian Marshall Untuk setiap Komposisi

Kadar		Parameter Marshall						
Aspal (%)	Benda	Stabilitas	Flow	VIM	VMA	VFA	Kepadatan	MQ Rasio Partikel Bahan Lolos#200 Dengan Kadar Aspal
Satuan	Uji	(Kg)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(Kg/mm)
Spek	Marshall	Min 800	Min 3	3 – 5	Min 14	Min 65	-	Min 300
4,5	A	756,3	3,24	7,39	15,67	52,80	2,242	1,34
	B	828,3	2,43	7,31	15,59	53,09	2,244	1,34
Rata-rata		792,3	2,84	7,35	15,63	52,95	2,243	1,34
5,0	A	937,8	3,26	5,16	14,69	64,85	2,280	1,18
	B	844,0	2,69	6,58	15,96	58,79	2,246	1,18
Rata-rata		890,9	2,98	5,87	15,33	61,82	2,263	1,18

5,5	A	937,8	3,54	3,66	14,39	74,60	2,300	1,06
	B	881,6	2,92	4,70	15,32	69,33	2,275	1,06
Rata-rata		909,7	3,23	4,18	14,85	71,96	2,288	1,06
6,0	A	900,3	3,13	3,77	15,54	75,71	2,282	0,96
	B	881,6	3,67	3,61	15,39	76,57	2,286	0,96
Rata-rata		890,9	3,40	3,69	15,46	76,14	2,284	0,96
6,5	A	787,8	3,43	3,42	16,25	78,98	2,274	0,87
	B	750,3	4,06	3,57	16,39	78,23	2,271	0,87
Rata-rata		769,0	3,75	3,49	16,32	78,60	2,273	0,87

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari tabel pengujian marshall yang menggunakan Filler Kapur Padam adalah untuk mendapatkan nilai rata-rata dari seluruh parameter marshall, setelah itu dilanjutkan pada pembuatan grafik hubungan antara kadar aspal dan setiap parameter marshall.

Tabel 4.17 : Nilai Rata-Rata Pengujian Marshall untuk setiap Komposisi

Parameter Marshall	Kadar aspal				
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Stabilitas (Kg) Min 800	792,3	890,9	909,7	890,9	769,0
Flow (mm) Min 3	2,84	2,98	3,23	3,40	3,75
VIM (%) 3-5	7,35	5,87	4,18	3,69	3,49
VMA (%) Min 14	15,63	15,33	14,85	15,46	16,32
VFA (%) Min 65	52,95	61,82	71,96	76,14	78,60
Kepadatan (Kg)	2,243	2,263	2,288	2,284	2,273
MQ (Kg/mm) Min 300	1,34	1,18	1,06	0,96	0,87

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari tabel pengujian marshall diatas, setelah mendapatkan nilai rata-rata dari seluruh parameter marshall, dilanjutkan pada pembuatan grafik hubungan antara kadar aspal dan setiap parameter marshall, Campuran Laston AC-BC untuk lapisan permukaan jalan harus memenuhi spesifikas yang ditetapkan. Persyaratan tersebut harus memenuhi batas gradasi kurva atas dan kurva bawah, persyaratan terhadap pengujian *Marshall* yaitu dengan memenuhi nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA harus sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010. Hasil pengujian Marshall yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel dan Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai-nilai parameter *Marshall* dibawah ini.

4.9 Analisis Parameter Marshall

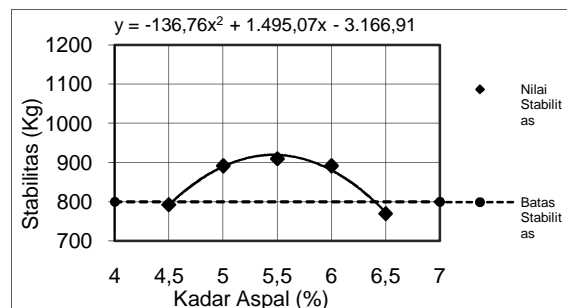
Analisa parameter marshall ditunjukkan dalam grafik hubungan antara nilai parameter marshall dengan kadar aspal. Grafik hubungan antara nilai parameter marshall dengan kadar aspal sebagai berikut:

1. Hubungan Antara Stabilitas dan Kadar Aspal.

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Dalam pengujian *Marshall*, pemeriksaan stabilitas diperlukan untuk mengukur ketahanan benda uji terhadap beban. Kadar aspal berpengaruh pada stabilitas. apabila kadar aspal sangat kecil maka tebal lapisan aspal (*film*) sangat tipis sehingga ikatan antar agregat kurang mengikat, Apabila diberikan beban maka sebelum mencapai pembebanan maksimum ikatan antar agregat tersebut akan terlepas. Apabila kadar aspal sangat besar, maka lapisan aspal (*film*) sangat tebal sehingga apabila diberikan beban maka akan menyebabkan lapisan aspal tersebut meleleh dan nilai stabilitas akan berkurang. Apabila kadar aspal mencapai nilai optimum maka ikatan antar agregat cukup merata, sehingga dapat mencapai beban maksimum. Dari hasil pengujian didapatkan hubungan antara stabilitas dan kadar aspal untuk setiap komposisi dapat dilihat pada grafik gabungan berikut ini :

Tabel 4.18 : Hubungan Kadar Aspal dan Stabilita

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)
4,50	792,3
5,00	890,9
5,50	909,7
6,00	890,9
6,50	769,0



Grafik 4.2 : Grafik hubungan stabilitas dengan kadar aspal
Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari grafik 4.2 hubungan stabilitas dengan kadar aspal, dapat dilihat bahwa nilai stabilitas semakin meningkat jika kadar aspal bertambah mulai dari 4,50% sampai

5,00%, nilai adalah 792,27 kg sampai 890,93 kg dan pada titik 5,50% sampai 6,50% nilai adalah 909,79 kg sampai 769,01 kg, stabilitas akan kembali menurun dengan semakin bertambahnya persentase kadar aspal. Hal ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas sangat tergantung pada banyaknya kadar aspal yang digunakan. Semakin besar persentase kadar aspal yang digunakan nilai stabilitas semakin besar tapi setelah melebihi kadar aspal optimumnya maka nilai stabilitas akan menurun. Berdasarkan grafik juga dapat disimpulkan bahwa jika kadar aspal kecil atau sedikit maka tebal selimut aspalnya menjadi tipis hal ini akan menyebabkan kurangnya ikatan yang terjadi antar agregat sehingga jika dikenai beban maka ikatan antara agregat akan sangat mudah untuk terlepas. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin besar persentase kadar aspal, maka nilai stabilitas yang terjadi adalah tinggi. Namun jika persentase kadar aspal sudah mencapai nilai optimum maka akan terjadi pengikatan yang baik antar agregat dengan aspal sehingga menghasilkan nilai stabilitas yang maksimum.

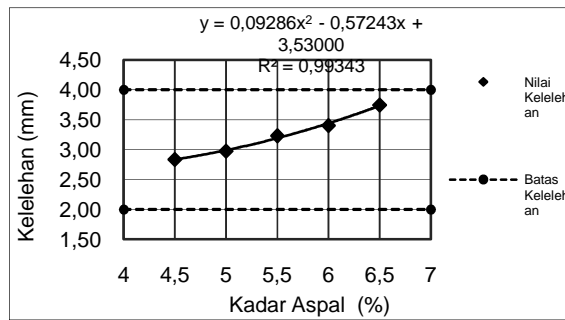
2. Hubungan Antara Kelelehan (Flow) dan Kadar Aspal

Kelelehan (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban yang diberikan selama pengujian yang dinyatakan dalam mm. Nilai kelelehan (*flow*) menunjukkan besarnya perubahan bentuk sebagai akibat dari beban yang bekerja, sampai batas keruntuhan.

Semakin kecil kadar aspal maka nilai kelelehan semakin kecil karena tebal *film* yang semakin tipis, dengan kata lain campuran akan semakin kaku. Sebaliknya apabila kadar aspal semakin besar maka nilai kelelehan akan semakin besar karena tebal *film* yang semakin tebal, sehingga campuran akan semakin fleksibel. Hubungan antara kelelehan (*flow*) dan kadar aspal optimum untuk setiap komposisi dari hasil pengujian dapat dilihat pada grafik gabungan berikut ini :

Tabel 4.19 : Hubungan Kadar Aspal dan Kelelehan

Kadar Aspal (%)	Kelelehan (mm)
4,50	2,84
5,00	2,98
5,50	3,23
6,00	3,40
6,50	3,75



Grafik 4.3: Grafik hubungan kelelehan dengan kadar aspal
 Sumber: Hasil Penelitian 2019

Dari Grafik 4.3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai flow akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi menyelimuti agregat dengan baik sehingga daya ikat aspal semakin berkurang. Pada kadar aspal yang tinggi suatu campuran aspal akan mudah mengalami perubahan bentuk plastis dibandingkan dengan campuran yang kadar aspal rendah apabila dikenakan beban yang sama. Pada kadar aspal 4,50% dan 5,00% cenderung menjadi kaku karena memiliki nilai flow rendah yaitu sebesar 2,84 mm sampai 2,98 mm karena nilai flow tidak lebih dari nilai minimum flow yang disyaratkan pada spesifikasi bina marga 2010 sebesar 3 mm. sedangkan pada kadar aspal 5,50% sampai pada kadar aspal 6,50% memiliki nilai flow sebesar 3,23 mm sampai 3,75 mm yang memenuhi spesifikasi

3. Hubungan Antara *Voidin Mix* (VIM) dan Kadar Aspal.

VIM adalah volume total udara yang berada diantara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan. Nilai VIM sendiri sangat menentukan karakteristik suatu campuran karena VIM dipengaruhi oleh material agregat dan kadar aspal. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat.

Grafik hubungan kadar aspal dengan VIM menunjukkan bahwa hubungan antara kadar aspal dan VIM cenderung berbanding terbalik, yakni jika nilai VIM cenderung akan menurun dengan semakin meningkatnya kadar aspal, begitu pula sebaliknya apabila kadar aspal semakin rendah maka akan memberikan nilai VIM yang besar. Hal ini disebabkan karena dengan semakin besar kadar aspal maka akan semakin banyak aspal yang akan mengisi rongga-rongga diantara agregat, sehingga dengan sendirinya VIM akan semakin kecil.

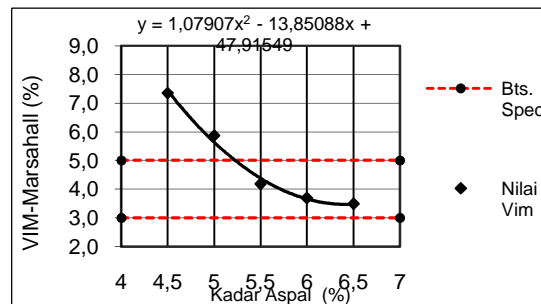
VIM mempunyai pengaruh yang cukup besar pada kualitas suatu campuran beraspal. Apabila nilai VIM tinggi dan kadar aspal rendah dalam campuran maka akan

menghasilkan rongga-rongga yang banyak dalam campuran yang akan mengakibatkan penurunan yang lebih cepat, yakni tidak mampu menerima beban berulang sehingga terjadi alur (*rutting*) dan retak. Sedangkan apabila nilai VIM terlalu kecil dan kadar aspal tinggi akan menyebabkan kelebihan aspal karena rongga-rongga sudah terisi aspal sehingga lapisan aspal akan meleleh keluar (*bleeding*) pada saat adanya pemadatan tambahan akibat beban lalu lintas (Sukirman S, 2003).

Hubungan antara voidin mix (VIM) dan kadar aspal optimum untuk setiap komposisi dari hasil pengujian dapat dilihat pada grafik gabungan berikut ini :

Tabel 4.20 : Hubungan Kadar Aspal dan VIM

Kadar Aspal (%)	VIM (%)
4,50	7,35
5,00	5,87
5,50	4,18
6,00	3,69
6,50	3,49



Grafik 4.4 : Grafik Hubungan Antara *Voidin Mix* (VIM) dan Kadar Aspal

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari gambar grafik 4.4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar aspal maka rongga udara dalam campuran padat akan semakin kecil, sedangkan semakin kecil kadar aspal maka nilai rongga udara dalam campuran padat akan semakin besar. *VIM* yang terlalu besar akan menyebabkan beton aspal padat berkurang kedekatan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal, sedangkan bila *VIM* kecil dan kadar aspal tinggi akan menyebabkan lapisan aspal meleleh (*bleeding*) pada saat pemadatan tambahan akibat lalu lintas. Gambar Grafik 4.4 menunjukkan bahwa hasil pengujian rongga udara dalam campuran Laston AC-BC, pada kadar aspal 5,50% sampai dengan 6,50% nilai adalah 4,18% dan 3,69%, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 (minimum 3% dan

Maksimum 5%) sedangkan kadar aspal 4.5% dan 5,0% nilainya adalah 7,35% dan 5,87% tidak memenuhi spesifikasi.

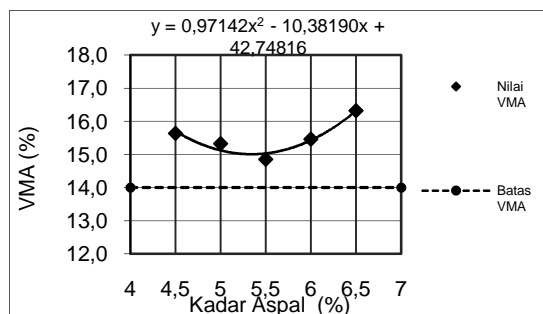
4. Hubungan Antara Voidin the Mineral Aggregate (VMA) dan Kadar Aspal

Banyaknya pori yang berada dalam agregat (VMA=Voids in the Mineral Aggregate), adalah banyaknya pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat termasuk yang terisi oleh aspal. Nilai VMA tersebut dinyatakan dalam persen.

VMA cenderung berbanding terbalik dengan kadar aspal atau dengan kata lain nilai VMA akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar sampai nilai minimum kemudian naik. Hal ini disebabkan karena dengan semakin besar kadar aspal maka semakin banyak aspal yang akan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dengan sendirinya VMA akan semakin kecil, setelah mencapai nilai minimum dan kadar aspal bertambah mengakibatkan naiknya nilai VMA. Hubungan antara VMA dan kadar aspal untuk setiap komposisi dapat dilihat pada gambar grafik gabungan berikut ini :

Tabel 4.21 : Hubungan Kadar Aspal dan VMA

Kadar Aspal (%)	VMA (%)
4,50	15,63
5,00	15,33
5,50	14,85
6,00	15,46
6,50	16,32



Grafik.4.5 : Grafik hubungan antara voidin the mineral aggregate (VMA) dan Kadar Aspal

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari grafik 4.5 dapat terlihat bahwa nilai VMA akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan karena dengan semakin bertambahnya kadar aspal maka semakin banyak

aspal yang akan mengisi rongga–rongga di antara agregat sehingga dengan sendirinya VMA akan semakin kecil.

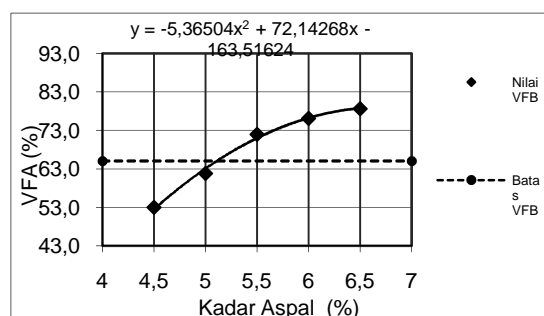
Dari Tabel 4.23 dan Grafik 4.5 juga dapat dilihat bahwa dari kadar aspal 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00 %, 6,50 %, mengalami kenaikan, Nilainya adalah 15,63%, 15,33%, 14,85%, 15,46% dan 16,32% nilai VMA yang memenuhi rongga diantara partikel agregat, dapat menampung jumlah kadar aspal yang semakin bertambah sehingga kerapatan diantara butiran agregat lebih bagus atau memenuhi standar yang di tentukan spesifikasi min 14 %.

5. Hubungan Antara Void Filled with Asphalt (VFA) / Void Filled with Bitumen (VFB) Dengan Kadar Aspal

Volume pori antara butir agregat terisi aspal adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat atau VFA yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi *film* atau selimut aspal. Dari grafik di bawah ini terlihat bahwa kecenderungan nilai VFA semakin meningkat berbanding lurus dengan nilai kadar aspal, atau dengan kata lain nilai VFA akan semakin besar seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hubungan antara VFA dengan kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 4.6 berikut :

Tabel 4.22 : Hubungan Kadar Aspal dan VFA

Kadar Aspal (%)	VFA (%)
4,50	52,95
5,00	61,82
5,50	71,96
6,00	76,14
6,50	78,60



Grafik 4.6 : Grafik Gabungan Hubungan Antara Void Filled with Aspal (VFA) / Void Filled with Bitumen (VFB) dan Kadar Aspal

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari gambar grafik 4.6 terlihat bahwa nilai VFA semakin tinggi seiring penambahan kadar aspal 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00% dan 6,50%. Nilainya adalah 52,92%, 61,82%, 71,96%, 76,14%, dan 78,60%, Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran agregat masih cukup besar dan dapat menampung aspal yang masuk, semakin besar persentase kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga presentase aspal dalam rongga menjadi naik.

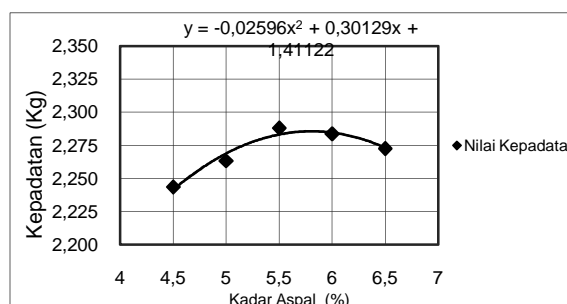
Pada kadar aspal 4,50% sampai 5,00% nilainya adalah 52,92% sampai 61,82% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yakni minimum 63%, karena masih banyak rongga antar butiran yang belum terisi oleh aspal, dan seiring bertambahnya kadar aspal maka nilai VFA juga ikut meningkat.

6. Hubungan Kepadatan dan Kadar Aspal

Untuk melihat hubungan antara nilai kepadatan dengan kadar aspal dapat terlihat pada gambar grafik dibawah. Pada grafik terlihat bahwa semakin besar kadar aspal maka semakin besar kepadatan yang terjadi namun setelah melewati batas kadar aspal optimum maka kepadatan akan menurun. Hal ini karena kadar aspal yang ada meningkat terus setelah melewati batas optimum. Rongga-rongga yang ada juga sudah penuh terisi aspal, sehingga aspal yang ada sudah tidak bisa mengisi rongga lagi dan menyebabkan kepadatan menurun. Kepadatan dipengaruhi oleh kadar aspal, jumlah tumbukan, dan gradasi agregat.

Tabel 4.23 : Hubungan Kadar Aspal dan Kepadatan

Kadar Aspal (%)	Kepadatan(Kg)
4,50	2,243
5,00	2,263
5,50	2,288
6,00	2,284
6,50	2,273



Grafik 4.7: Grafik Hubungan Kepadatan dan Kadar Aspal
Sumber : Hasil Penelitian 2019

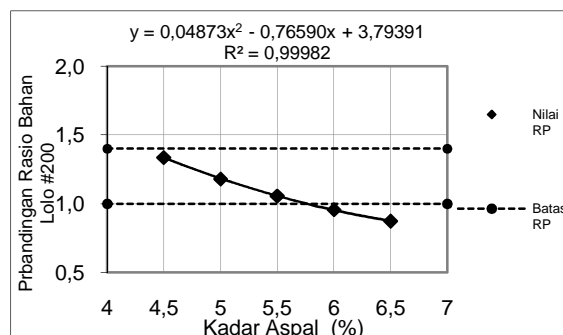
Pada grafik terlihat bahwa Semakin tinggi kadar aspal maka nilai kepadatan akan semakin meningkat hingga mencapai batas optimum. Namun setelah melewati batas optimum maka nilai kepadatan akan menurun, karena selimut film aspal, yang sudah harus sudah menjadi tebal sehingga mudah terjadi kegemukan (*bleeding*). Semakin tinggi kadar aspal maka nilai *VMA* dan *VFB* akan semakin tinggi karena rongga-rongga yang ada antara gregat sudah terisi aspal. Sedangkan semakin tinggi kadar aspal maka nilai *VIM* akan semakin menurun karena rongga-rongga yang ada dalam campuran sudah penuh terisi aspal.

7. Marshall quotient

Marshall quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan flow, Bila nilai marshall quotient besar karena dipengaruhi oleh nilai stabilitas yang besar serta nilai flow atau kelelahan yang kecil sehingga menghasilkan nilai marshall quotient yang besar. Seiring bertambahnya kadar aspal dari 4,50% sampai pada kadar aspal 6,50% nilai MQ mulai menurun karena bertambahnya kadar aspal dan membuat nilai stabilitas menurun dan nilai flow atau kelelahan meningkat dan menghasilkan nilai MQ yang mulai berkurang. Nilai marshall quotient akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.:

Tabel 4.24 : Hubungan Kadar Aspal dan Marshall Quotient

Kadar Aspal (%)	MQ(Kg/mm)
4,50	1,336
5,00	1,179
5,50	1,056
6,00	0,956
6,50	0,873



Grafik 4.7 :Grafik Hubungan Marshall Quotient dan Kadar Aspal

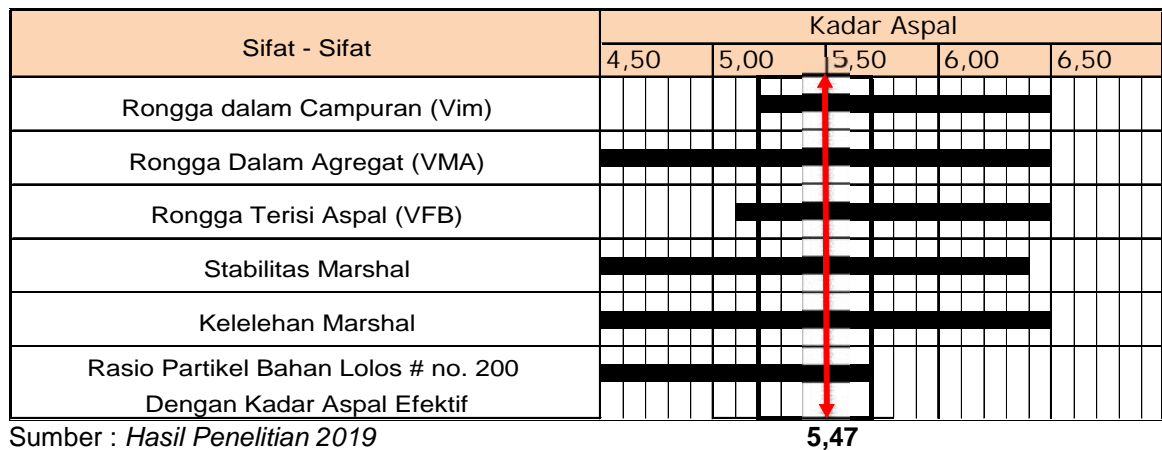
Sumber : Hasil Penelitian 2019

Berdasarkan gambar grafik marshall quotient diatas, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai marshall quotient berarti campuran semakin kaku, sebaliknya jika semakin kecil nilai marshall quotient maka campuran semakin lentur. Dari grafik diatas juga terlihat bahwa pada kadar aspal mulai dari 4,50% sampai pada 6,50% nilai marshall quotientnya adalah 1,336 kg/mm sampai 0,873 kg/mm



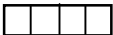
4.10 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum merupakan nilai tertinggi dari keseluruhan rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi campuran yang disyaratkan. Kadar aspal optimum dapat ditentukan dengan membuat diagram batang berdasarkan nilai hasil pengujian di atas terhadap seluruh parameter *Marshall*, dengan menentukan bahwa kadar aspal optimum berada pada titik tertinggi dari rentang, kadar aspal optimum yang dicapai sebesar (**5,47%**), nilai angka tersebut sudah memenuhi syarat- syarat dan spesifikasi yang ditelah ditetapkan Bina Marga 2010 yaitu, menyangkut Stabilitas, *Flow*, *MQ*, *VIM*, *VMA*, *VFA* dan Rasio partikel bahan lolos #200 dengan Kadar aspal efektif. Berikut ini grafik Kadar Aspal Optimum Untuk Penggunaan Material RAP dan Material Baru yang Menggunakan Filler Kapur Padam :

Grafik 4.8 : Kadar Aspal Optimum untuk Penggunaan Material RAP dan Material Baru yang Menggunakan Filler Kapur Padam



Keterangan :

-  = Kadar aspal optimum (KAO)
-  = Parameter *Marshall* (yang memenuhi)
-  = Parameter *Marshall* (yang tidak memenuhi)

Pada diagram di atas nilai kadar aspal minimum yang memenuhi spesifikasi adalah 5,00%, sedangkan nilai kadar aspal maksimumnya adalah 5,50%. Sehingga ,5,47%, yang merupakan kadar aspal optimum dari campuran Laston AC-BC yang menggunakan *filler* kapur padam.

4.11 Analisa Data

4.11.1 Karakteristik Material RAP dan Material Baru yang Menggunakan Filler Kapur Padam

Dari hasil pengujian Analisa saringan (Gradasi), Berat Jenis dan Penyerapan Air serta Abrasi Untuk setiap Agregat Lama RAP, Agregat Baru dan Filler Kapur padam, Semua Pengujian Telah memenuhi Spesifikasi, Untuk Batu Pecah $\frac{1}{2}$ RAP 100% lolos saringan No.4 dan 99,94 tertahan Saringan No.8, Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar Batu Pecah $\frac{1}{2}$ RAP yaitu, Berat Jenis (Bulk) adalah 2,558 gr, Berat Jenis (Ssd) adalah 2,608 gr, Berat Jenis (Apparent) adalah 2,694 gr, Penyerapan 1,977 % dan Pengujian Keausan (Abrasi) Agregat Kasar RAP 21,56%, Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Agregat Halus Pasir RAP yang 100% lolos saringan No.4 dan Tertahan Saringan No.200 adalah 96,88%, Selanjutnya Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir RAP yaitu, Berat jenis (Bulk) adalah 2,506 gr, Berat Jenis (Ssd) adalah 2,533 gr, Berat Jenis (Apparent) adalah 2,576 gr dan Penyerapan Air adalah 1,092%

Untuk Material Baru Hasil Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Agregat kasar Batu Pecah $\frac{3}{4}$, Yang 100% lolos saringan No.1 dan Tertahan saringan No.4 adalah 79%, Selanjutnya Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar Batu Pecah $\frac{3}{4}$ yaitu, Berat Jenis (Bulk) adalah 2,575 gr, Berat Jenis (Sdd) adalah 2,583 gr, Berat Jenis (Apparent) adalah 2,599 gr, Penyerapan Air adalah 0,407 % dan Pengujian Keausan (Abrasi) Agregat Kasar 25,47 %, Pengujian Analisa Saringan (Gradasi) Kapur Padam yang 100% lolos saringan No.4 dan Tertahan Saringan No.200 adalah 84,9%, Selanjutnya Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kapur Padam yaitu, Berat Jenis (Bulk) adalah 2,561 gr, Berat Jenis (Ssd) adalah 2,525 gr, Berat Jenis (Apparent) adalah 2,539 gr dan Penyerapan 0,361%, Setelah Itu dilanjutkan dengan Rencana Gradasi Agregat Gabungan

Setelah diperoleh hasil Analisa Saringan (Gradasi) untuk setiap agregat, yaitu agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) maka dapat ditentukan Rancangan Gradasi Agregat Gabungan. Penentuan ini bertujuan untuk menentukan persentase dari masing-masing agregat yang terdiri dari, Batu Pecah $\frac{1}{2}$ " dan Pasir RAP

Batu Pecah ¾" Agregat Baru, dan bahan pengisi (*filler*) Kapur Padam, dari hasil persentase tersebut dapat diperoleh Perkiraan Kadar Aspal (Pb) atau biasa disebut dengan Kadar Aspal Tengah. Penentuan gradasi agregat gabungan dalam campuran laston AC-BC yang ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat yang harus memenuhi batas-batas spesifikasi.

Komposisi Rancangan Agregat Gabungan dapat diketahui dengan cara grafis (penggambaran kurva hubungan antara persentase lolos agregat dan ukuran saringan berada di dalam kurva batas atas dan batas bawah (spesifikasi Bina Marga Tahun 2010) Perhitungan persentase agregat gabungan dan penggambaran kurva hubungannya dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini :

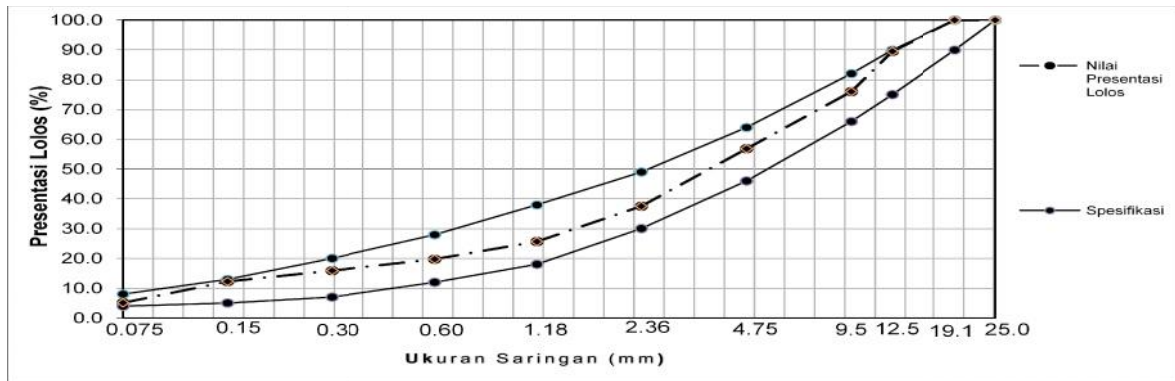
Tabel 4.11 :Hasil Perhitungan Rancangan Gradasi Agregat Gabungan

Uraian												
Inc mm	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
	25	19.1	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	
Data Gradasi												
Batu Pecah 3/4 Ex. Matani	100	100,00	47,51	42,82	19,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Batu Pecah RAP 1/2" Ex.	100	100,00	100,00	63,99	22,74	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Kapur Ex. Soe	100	100,00	100,00	100,00	100,00	86,05	71,04	59,86	49,21	38,93	15,26	
Pasir RAP Ex.	100	100,00	100,00	100,00	100,00	77,95	28,82	12,10	7,75	3,84	3,31	
Combinasi Agregat												
Batu Pecah 3/4 Ex. Matani	20,00%	20,00	20,00	9,50	8,56	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Batu Pecah RAP 1/2" Ex.	35,00%	35,00	35,00	35,00	22,40	7,96	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	
Kapur Ex. Soe	30,00%	30,00	30,00	30,00	30,00	25,82	21,31	17,96	14,76	11,68	4,58	
Pasir RAP Ex.	15,00%	15,00	15,00	15,00	15,00	11,69	4,32	1,82	1,16	0,58	0,50	
Total Campuran	100,00%	100,00	100,00	89,50	75,96	56,79	37,53	25,63	19,77	15,93	12,26	5,07
Spec. gradasi												
max	100,0	100	90,0	82,0	64,0	49,0	38,0	28,0	20,0	13,0	8,0	
min	100,0	90	75,0	66,0	46,0	30,0	18,0	12,0	7,0	5,0	4,0	

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Berikut ini merupakan grafik hasil perhitungan proporsi campuran beraspal yang menunjukkan gradasi tengah dan dari spesifikasi gradasi agregat seperti pada gambar grafik 4.1.

Grafik 4.1: Grafik Rancangan Gradasi Agregat Gabungan



Sumber : Hasil Penelitian 2019

Dari grafik ini dapat dilihat bahwa terdapat 3 garis. Dimana kedua garis merupakan batas atas dan batas bawah yang menunjukkan spesifikasi, sedangkan garis putus-putus berwarna hitam merupakan hasil gradasi pada penelitian. Dan dari grafik ini terlihat bahwa hasil gradasi pada penelitian ini memenuhi spesifikasi karena hasil plot antara ukuran saringan dan Presentase lolosnya berada diantara spesifikasi atau batas atas dan batas bawah spesifikasi, persyaratan campuran Pada grafik diatas berada dalam batasan kurva gradasi agregat gabungan untuk lapis aspal beton khususnya Laston AC-BC yang menggunakan Material RAP dan Material Baru yang menggunakan Filler Kapur Padam.

Data sekunder Dalam penelitian ini merupakan pengujian aspal, Data pengujian aspal yang digunakan merupakan data dari Laboratorium Jalan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan penetrasi 60/70 produksi Pertamina yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3, yang akan digunakan dalam pembuatan kadar aspal rencana. Dari hasil perhitungan kadar aspal rencana di atas diperoleh 5,56%, dimana kadar aspal tersebut dibulatkan menjadi 6,00%. Sehingga variasi kadar aspal yang digunakan dalam percobaan, yaitu 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00%, dan 6,50%.

Setelah memperoleh kadar aspal rencana (Pb), maka dilakukan rancangan campuran dengan menggunakan 5 variasi kadar aspal rencana yaitu, 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00%, dan 6,50%. Berat rencana total campuran adalah 1200 gram. Rancangan campuran ini yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji yang menggunakan Filler Kapur Padam. Hasil perhitungan rancangan campuran dalam persen (%) dan gram dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan 4.15 di bawah ini :

Tabel 4.14 : Perhitungan Rancangan Campuran Dalam Persen (%)

KOMPONEN	KOMPOSISI AGREGAT	KADAR ASPAL RENCANA (%)				
		4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
a) BATU PECAH 3/4 "	20,00%	19,10	19,00	18,90	18,80	18,70
(b) BATU PECAH 1/2 " (RAP)	35,00%	33,43	33,25	33,08	32,90	32,73
(c) KAPUR	30,00%	28,65	28,50	28,35	28,20	28,05
(d) PASIR ALAM (RAP)	15,00%	14,33	14,25	14,18	14,10	14,03
TOTAL AGG CAMPURAN (%)	100%	95,5	95,0	94,5	94,0	93,5
TOTAL CAMPURAN (%)		100	100	100	100	100

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Tabel 4.15 : Perhitungan Rancangan Campuran Dalam Gram

KOMPOSISI CAMPURAN KADAR ASPAL RENCANA	%	BERAT TIMBANGAN (Gr)				
		4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
a) BATU PECAH 3/4 "	Gram	229,2	228,0	226,8	225,6	224,4
(b) BATU PECAH 1/2 " (RAP)	Gram	401,1	399,0	396,9	394,8	392,7
(c) KAPUR	Gram	343,8	342,0	340,2	338,4	336,6
(d) PASIR ALAM (RAP)	Gram	171,9	171,0	170,1	169,2	168,3
BERAT AGREGAT CAMPURAN (Gr)		1.146	1.140	1.134	1.128	1.122
BERAT ASPAL (Gr)		54,0	60,0	66,0	72,0	78,0
BERAT RENCANA TOTAL CAMPURAN (Gr)		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200

Sumber : Hasil Penelitian 2019

Berdasarkan hasil perhitungan Komposisi untuk campuran Laston AC-BC diatas maka dilanjutkan dengan proses pemadatan dengan alat pemadat sebanyak 2x75 tumbukan untuk mendapatkan benda uji hasil penggabungan seluruh material. Benda uji hasil dari proses pemadatan dilanjutkan dengan pengujian berat volume benda uji dan Test Marshall.

4.11.2 Karakteristik Marshall Pada Material RAP dan Material Baru yang Menggunakan Filler Kapur Padam

Setelah diperoleh hasil Pngujian Analisa Saringan (Gradasi), Berat jenis dan Penyerapan Air serta Abarasi untuk Setiap Material Lama RAP dan Material Baru serta Filler Kapur Padam, Yang selanjutnya dilakukan Pembuatan Kadar Aspal Rencana (Pb) yang menggunakan Aspal Pen 60/70, Sehingga di peroleh 5 Variasi Kadar Aspal untuk Campuran AC-BC, yaitu 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00% dan 6,50%, hasil perhitungan untuk setiap Komposisi campuran Laston AC-BC dilanjutkan dengan proses pemadatan dengan alat pemadat sebanyak 2x75 tumbukan untuk mendapatkan benda uji hasil penggabungan seluruh material. Benda uji hasil dari proses pemadatan dilanjutkan dengan pengujian berat volume benda uji dan Test Marshall. Berikut ini tabel rangkuman hasil total uji campuran sebagai berikut :

Tabel 4.25 : Rangkuman Hasil Uji Total Campuran

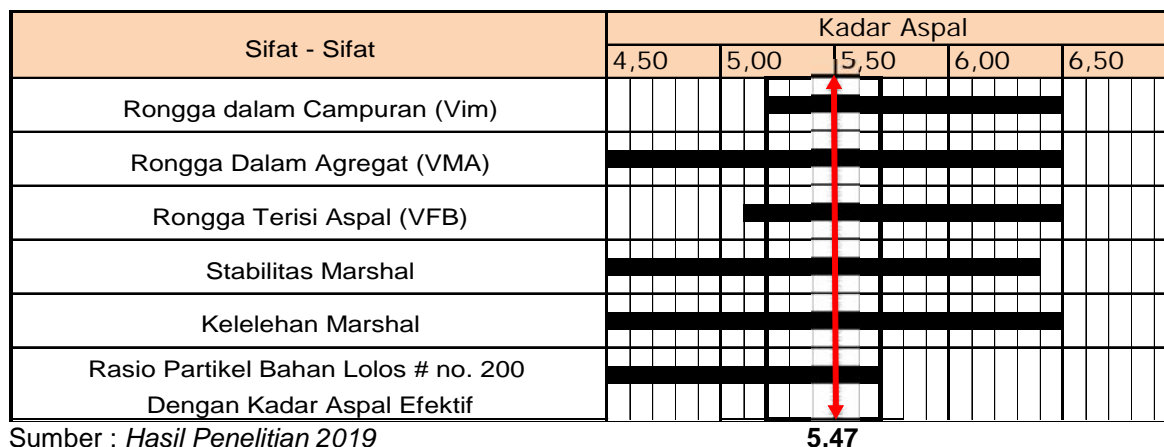
NO	SIFAT-SIFAT	SATUAN	HASIL	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Kadar Aspal Total	%	5,47	-	Tidak disyaratkan
2	Berat Jenis Maksimum Campuran (Gmm)	-	2,386	-	Tidak disyaratkan
3	Berat Jenis Aspal	-	1,030	-	Tidak disyaratkan
4	Berat Jenis Bulk Agregat	-	2,539	-	Tidak disyaratkan
5	Proporsi Agregat	%	94,53	-	Tidak disyaratkan
6	Rasio Partikel Lolos no. 200 Dengan Kadar Aspal Efektif	%	1,05	1.0 - 1.4	Memenuhi
7	Penyerapan Aspal	%	0,734	Max 1.2	Memenuhi
8	Kadar Aspal Efektif	%	4,736	Min 4.3	Memenuhi
9	Berat Jenis Contoh Camp. Padat (Gmb)	-	2,283	-	Tidak disyaratkan
10	Stabilitas Marshall	Kg	909,79	Min 800	Memenuhi
11	Kelelahan Marshall	mm	3,750	2.0 - 4.0	Memenuhi
12	Rongga dalam campuran (VIM)	%	4,18	3.0 - 5.0	Memenuhi
13	Rongga dalam agregat (VMA)	%	15,63	Min 14	Memenuhi
14	Rongga terisi aspal (VFB)	%	61,82	Min 65	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian 2019

4.11.3 Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) Yang Dihasilkan Dalam Material RAP Dengan Bahan Tambahan Kapur Padam Sebagai Filler Dan Material Dari Stock Pile Matani, PT.BUMI INDAH Dengan Menggunakan Pengujian Marshall Pada Perkerasan *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*.



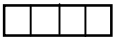
Nilai hasil pengujian di atas terhadap seluruh parameter *Marshall*, dengan menentukan bahwa kadar aspal optimum berada pada titik tertinggi dari rentang, kadar aspal optimum yang dicapai sebesar (**5,47 %**), nilai angka tersebut sudah memenuhi syarat- syarat dan spesifikasi yang telah ditetapkan Bina Marga 2010 yaitu, menyangkut Stabilitas, *Flow*, *MQ*, *VIM*, *VMA*, *VFA* dan Rasio partikel bahan lolos #200 dengan Kadar aspal efektif. Berikut ini grafik Kadar Aspal Optimum Untuk Filler Kapur Padam :

Grafik 4.8 : Kadar Aspal Optimum untuk Filer Kapur Padam



Sumber : Hasil Penelitian 2019

Keterangan :

-  = Kadar aspal optimum (KAO)
-  = Parameter *Marshall* (yang memenuhi)
-  = Parameter *Marshall* (yang tidak memenuhi)

Pada diagram di atas nilai kadar aspal minimum yang memenuhi spesifikasi adalah 5,00%, sedangkan nilai kadar aspal maksimumnya adalah 5,50%. Sehingga ,5,47%, yang merupakan kadar aspal optimum dari campuran Laston AC-BC yang menggunakan Material Lama RAP dan Material Baru serta *filler* kapur padam.