BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dibahas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Keseluruhan Penelitian, mulai dari survei lokasi material, persiapan bahan campuran, uji fisis dan pengujian dilakukan kurang lebih 1 bulan. Benda uji dibuat dengan mengganti sebagian *filler* semen dengan 60% abu cangkang lokan dan 40% serbuk batu bata dengan persentase 100:0, 50:50 dan 0:100 dan kadar aspal yang berbeda-beda dimana satu kadar aspal mewakili 3 buah benda uji.

4.1 Uji Fisis agregat

Sebelum melakukan pengujian, dilakukan uji fisis bahan campuran terlebih dahulu. Pengujian agregat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisa saringan, berat jenis, berat isi dan keausan agregat. Hasil dari pengujian agregat ini harus sesuai dengan acuan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I.

4.1.1 Hasil Uji Fisis Analisa Saringan Agregat Kasar



Gambar 4.1 Proses Penyaringan Agregat

Pada Gambar 4.1 proses penyaringan agregat untuk campuran dilakukan secara manual menggunakan alat penyaring sesuai gradasi AC-BC. Agregat yang berhasil disaring dipisahkan kedalam karung untuk digunakan dalam pembuatan



campuran benda uji. Pengujian Analisa saringan dilakukan hanya untuk melihat gradasi agregat kasar dan menyesuaikan dengan acuan yang digunakan. Tidak ada pengaruhnya dalam campuran benda uji. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dan diambil rata-ratanya. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor saringan	Ukuran Saringan	Spesifikasi	Hasil Penelitian
No.200	0,075	Maks. 1%	0,31%

Berdasarkan Tabel 4.1 terlihat bahwa pada agregat kasar, material yang lolos saringan 200 hanya sebesar 0,31%. Hal ini sesuai dengan yang telah diisyaratkan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I (Tabel 2.7), bahwa untuk agregat kasar, material yang lolos saringan No.200 maksimal sebesar 1%. Proses hasil dan perhitungan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.1.2 Hasil Uji Fisis Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus ini menggunakan abu batu yang berasal dari pecahan agregat kasar. Pengujian ini dilakukan untuk melihat distribusi besaran atau jumlah presentase butiran agregat halus. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali untuk mendapatkan gradasi agregat yang sama. Kemudian diambil nilai rata-rata dari pengujian ini.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor saringan	Ukuran Saringan	Spesifikasi	Hasil Penelitian
No.200	0,075	Maks. 8%	7,35%

Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa untuk agregat halus (abu batu) masih memenuhi spesifikasi yang disyaratkan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I (Tabel 2.8) dimana ukuran ayakan maksimum pada saringan yang lolos No.200 tidak boleh lebih dari 8% dan pada hasil penelitian menunjukan bahwa pada saringan No.200, agregat halus yang lolos ayakan sebesar 7,58%. Proses hasil dan perhitungan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 2.



4.1.3 Hasil Uji Fisis Berat Jenis Agregat dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian ini meliputi berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh ($Saturated\ surface\ dry = SSD$), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan dari agregat kasar. Nilai hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai
1	Berat Jenis a. Kering Oven (bulk) b. Permukaan Jenuh (SSD) c. Semu (Apperent)	Selisih agregat kasar dan halus maks 0,2.	2,58 2,66 2,79
2	Penyerapan (Absorbsi) %	Maks. 3%	2,91

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai penyerapan agregat kasar sebesar 2,91 %. Sedangkan selisih antara berat jenis agregat kasar dan agregat halus pada Tabel 4.4 berupa berat *bulk* sebesar 0,14, SSD sebesar 0,13 dan *apperent* sebesar 0,16. Hasil pengujian ini telah memenuhi persyaratan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I (Tabel 2.7) dimana berat jenis pada agregat kasar yang disyaratkan tidak boleh lebih 0,2 dari agregat halus. Penyerapan agregat kasar yang disyaratkan maksimum 3%. Adapun proses hasil dan perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.1.4 Hasil dan Pembahasan Berat Jenis Agregat dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian ini meliputi berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh ($Saturated\ surface\ dry = SSD$), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan dari agregat halus. Nilai hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai
1	Berat Jenis a. Kering Oven (bulk) b. Permukaan Jenuh (SSD) c. Semu (Apperent)	Perbandingan agrgat kasar dan halus maks 0,2.	2,72 2,79 2,95
2	Penyerapan (Absorbsi), %	Maks. 3%	2,88

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai penyerapan agregat halus sebesar 2,88%. Sedangkan selisih antara berat jenis agregat halus dan agregat kasar pada Tabel 4.3 berupa berat *bulk* sebesar 0,14, SSD sebesar 0,13 dan *apperent* sebesar 0,16. Hasil pengujian ini telah memenuhi persyaratan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I (Tabel 2.8) dimana nilai berat jenis agregat halus yang disyaratkan tidak boleh lebih 0,2 dari agregat kasar dan penyerapan agregat halus yang disyaratkan maksimum 3%. Adapun proses hasil dan perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.1.5 Hasil Uji Fisis Berat Jenis filler



Gambar 4.2 Pengujian Berat Jenis Filler

Penelitian ini menggunakan tiga jenis *filler*, yaitu *filler* yang diganti berupa Semen *Portland* dan *filler* pengganti berupa abu cangkang lokan dan serbuk batu bata. Untuk berat jenis semen didapat sebesar 2,99. Sedangkan berat jenis abu cangkang lokan didapat 2,75 dan berat jenis serbuk batu bata didapat sebesar 2,73. Adapun proses hasil dan perhitungan berat jenis dan penyerapan *filler* dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6.

4.1.6 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat kasar



Gambar 4.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan berat terhadap volume agregat pada kondisi kering. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil rata-rata dari dua contoh agregat yang sama, pengujian berat isi dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dari agregat yang akan digunakan. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh berat isi agregat kasar lepas sebesar 1143 kg/m³, dengan penggoyangan sebesar 1304,57 kg/m³ dan penusukan sebesar 1253,12 kg/m³. Proses hasil pengujian berat isi agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran.7.

4.1.7 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Cara pengujian berat isi agregat halus sama dengan pengujian berat isi agregat kasar. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan berat terhadap volume agregat pada kondisi kering. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil rata-rata dari dua contoh agregat yang sama. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh berat isi agregat halus lepas sebesar 1208 kg/m³, dengan penggoyangan sebesar 1355,54 kg/m³ dan penusukan sebesar 1351,12 kg/m³. Proses hasil pengujian berat isi agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 8.

4.1.8 Hasil Pengujian Keausan Agregat Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles

Pemeriksaan keausan agregat kasar dengan mesin *Los Angeles* bertujuan untuk mengetahui daya tahan agregat terhadap beban mekanis. Gaya mekanis pada pemeriksaan dengan alat abrasi *Los Angeles* diperoleh dari bola-bola baja yang dimasukan bersama dengan agregat yang hendak diuji.

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari dua contoh agregat yang sama. Agregat diuji keausan dengan 500 kali putaran 12 bola baja yang dimasukan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*. Dari hasil pengujian keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* diperoleh keausan rata-rata agregat sebesar 23,55%. Nilai ini memenuhi syarat agregat normal Menurut spesifikasi yaitu keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* untuk Campuran AC bergradasi kasar Maksimal 30%. Proses hasil dan perhitungan pengujian keausan dengan mesin *Los Angeles* dapat dilihat pada Lampiran 9.

4.2 Uji Fisis Aspal

Uji Fisis aspal dilakukan untuk melihat kelayakan aspal yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji telah memenuhi persyaratan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I atau belum. Aspal yang digunakan berupa aspal penetrasi 60/70. Pengujian aspal yang dilakukan meliputi pengujian titik lembek aspal, penetrasi aspal dan berat jenis aspal.

4.2.1 Titik Lembek Aspal

Pengujian titik lembek ini bertujuan untuk melihat perilaku aspal terhadap suhu karena pelembekan terhadap aspal tidak terjadi dalam sekejap pada suhu tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 2 buah sampel dan nilai yang diambil adalah rata-rata dari kedua sampel tersebut. Hasi pengujian ini didapatkan nilai titik lembek sebesar 50,75°C. Nilai dari pengujian ini telah memenuhi persyaratan yang ditentukan dimana nilai titik lembek minimum pada aspal



penetrasi 60/70 sebesar 48°C. Proses hasil dan perhitungan pengujian titik lembek dapat dilihat pada Lampiran 12.

4.2.2 Penetrasi Aspal

Pengujian penetrasi aspal bertujuan untuk melihat besar penetrasi aspal yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji dan menyesuaikannya dengan spesifikasi yang digunakan. Hasil pengujian menunjukan penetrasi yang terjadi sebesear 63. Nilai dari pengujian ini telah memenuhi persyaratan yang ditentukan dimana penetrasi pada aspal penetrasi 60/70 berkisar antara 60-70. Proses hasil dan perhitungan pengujian penetrasi aspal dapat dilihat pada Lampiran 11.

4.2.3 Berat Jenis Aspal

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 2 buah sampel dan nilai yang diambil adalah rata-rata dari kedua sampel tersebut. Hasi pengujian ini didapatkan nilai berat jenis aspal sebesar 1,040. Nilai dari pengujian ini telah memenuhi persyaratan yang ditentukan dimana nilai pengujian berat jenis aspal minimum pada aspal penetrasi 60/70 sebesar 1. Proses hasil dan perhitungan pengujian berat jenis aspal dapat dilihat pada Lampiran 10.

4.3 Hasil Pembahasan Pencampuran Agregat Pada Campuran AC-BC

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menentukan gradasi campuran adalah metode analitis. Metode ini dilakukan dengan mengambil batas tengah dari spesifikasi gradasi yang disyaratkan sehingga didapatkan persentase gradasi sebesar 71,2% agregat kasar, 22,8% agregat halus dan 6% *filler*.

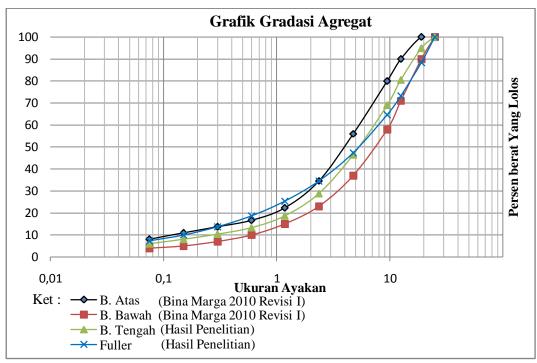
4.3.1 Kebutuhan Material Untuk Pembuatan Satu Benda Uji

Setelah didapat nilai masing-masing kebutuhan bahan campuran dengan metode analitis maka bahan campuran benda uji dapat disiapkan dengan menyaring agregat sesuai gradasi yang dipilih pada spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 1 untuk campuran AC-BC bergradasi kasar. Adapun berat Total campuran dalam satu benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.5.



Tabel 4.5 Berat Total Campuran Sesuai Gradasi Dalam Satu Benda Uji

Ukuran .	Ayakan	Laston (AC)					
		Persen Lolos Gradasi Kasar			Fuller	Persen	Berat
	(mm)		BC		ruller	Tertahan	(gr)
		B.Bawah	B.Tengah	B.Atas			
ASTM	a	b	С	d	$e = 100 \left(\frac{a}{a \text{ max}}\right)^{0.45}$	f = c atas - c bawah	$g = \frac{f}{100} \times 1200$
	BM	BM	Hasil	BM	Hasil	Hasil	Uosil
	2010	2010	пазн	2010	паѕп	пазп	Hasil
11/2"	37,5						
1"	25	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	
3/4''	19	90,00	95,00	100,00	88,38	5,00	60,00
1/2"	12,5	71,00	80,50	90,00	73,20	14,50	174,00
3/8"	9,5	58,00	69,00	80,00	64,70	11,50	138,00
No. 4	4,75	37,00	46,50	56,00	47,36	22,50	270,00
No. 8	2,36	23,00	28,80	34,60	34,57	17,70	212,40
No. 16	1,18	15,00	18,65	22,30	25,31	10,15	121,80
No. 30	0,6	10,00	13,35	16,70	18,67	5,30	63,60
No. 50	0,3	7,00	10,35	13,70	13,67	3,00	36,00
No. 100	0,15	5,00	8,00	11,00	10,00	2,35	28,20
No. 200	0,075	4,00	6,00	8,00	7,32	2,00	24,00
	Pan	-	-			6,00	72,00
	Jumlah			1		100,00	1200,00



Gambar 4.4 Grafik Gradasi Agregat

4.4 Hasil Pembahasan Kadar Aspal Terhadap Campuran Aspal

Untuk *filler*, karena penelitian mengkombinasikan 60% abu cangkang lokan dan 40% serbuk batu bata sebagai pengganti *filler* semen dengan persentase 100:0, 50:50, 0:100. Maka perhitungan *filler* dalam satu benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Jumlah *Filler* dalam Satu Benda Uji

Persentase	Semen	60% Abu Cangkang Lokan	40% Serbuk Batu Bata
100:0	72 gr	0 gr	0 gr
50:50	36 gr	21,6 gr	14,4 gr
0:100	0 gr	43,2 gr	28,8 gr

Setelah didapatkan persentase agregat kasar, halus dan *filler* selanjutnya ditentukkan kadar aspal tengah/ideal dengan rumus menurut Depkimpraswil seperti dibawah ini :



Dari perhitungan didapatkan nilai kadar aspal tengah sebesar 6% dari berat total campuran agregat. Untuk mendapatkan kadar aspal yang optimum, maka dibuat benda uji dengan rentang 2 kadar aspal dibawah kadar aspal tengah/ideal dan 2 rentang kadar aspal diatas kadar aspal tengah/ideal seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Kadar Aspal Untuk Satu Benda Uji

Kadar Aspal (%)	5	5,5	6	6,5	7
Berat dalam 1 Benda uji (gr)	60	66	72	78	84

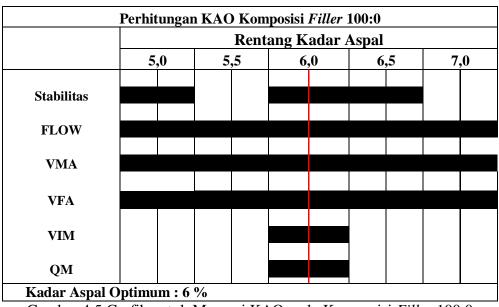
4.5 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum ditentukan dengan melakukan pengujian Marshall sebanyak 45 benda uji dengan persentase *filler* 100:0, 50:50, 0:100. Hasil pengujian Marhsall untuk komposisi *filler* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Marshall untuk Mencari KAO pada Komposisi *Filler* 100:0

Kadar Aspal	VMA (%)	VFA (%)	VIM (%)	FLOW (mm)	Stabilitas (Kg)	QM (Kg/mm)
5,00	15,610	67,126	5,141	3,720	924,421	249,438
5,50	16,615	68,770	5,236	3,193	798,944	249,403
6,00	16,736	74,149	4,341	3,327	843,726	253,836
6,50	16,403	82,291	2,921	5,103	841,995	171,637
7,00	17,011	84,787	2,598	5,370	649,020	122,968
Spesifikasi	Min 14%	Min 63%	3 - 5 %	Min 3mm	Min 800 Kg	Min 250 Kg/mm

Hasil pengujian Kadar Aspal Optimum komposisi *filler* 100:0, dimana 100% persen berupa *filler* semen dan 0% berupa *filler* 60% abu cangkang lokan dan 40% serbuk batu bata sepenuhnya dapat dilihat pada Lampiran 17 dan 18. Dari Tabel 4.8 dapat dilihat, meskipun stabilitas pada kadar aspal 5% paling tinggi, namun campuran benda uji memiliki rongga yang besar. Rongga ini berada diluar spesifikasi yang disyaratkan dimana nilai maksimum untuk VIM pada campuran adalah 5%. Nilai VIM yang terlalu besar mengakibatkan campuran tidak kedap air sehingga tidak tahan terhadap cuaca. Setelah didapat nilai rata-rata pengujian Marshall setiap pengujian, maka dilakukan penggambaran grafik untuk mendapatkan nilai KAO seperti yang terlihat pada Gambar 4.5

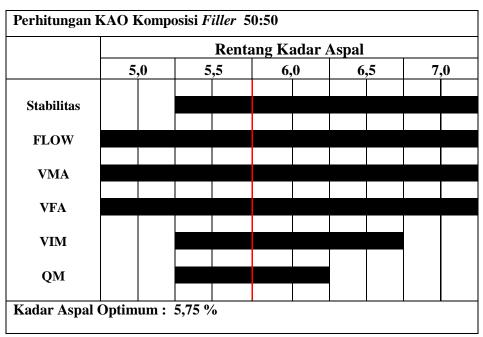


Gambar 4.5 Grafik untuk Mencari KAO pada Komposisi Filler 100:0

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Marshall untuk Mencari KAO pada Komposisi *Filler* 50:50

Kadar Aspal	VMA (%)	VFA (%)	VIM (%)	FLOW (mm)	Stabilitas (Kg)	MQ (Kg/mm)
5,00	15,663	66,836	5,204	3,943	815,472	211,897
5,50	16,284	70,250	4,864	3,233	818,631	251,766
6,00	16,992	72,795	4,640	3,100	898,114	290,817
6,50	16,675	80,648	3,241	4,867	820,405	168,963
7,00	17,107	84,144	2,715	5,433	753,729	139,270
Spesifikasi	Min 14%	Min 63%	3 - 5 %	Min 3mm	Min 800 Kg	Min 250 Kg/mm

Hasil pengujian Kadar Aspal Optimum komposisi *filler* 50:50 sepenuhnya dapat dilihat pada Lampiran 19 dan 20. Dari Tabel 4.9, dapat dilihat campuran pada kadar aspal 5,5% dan 6% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Pada kadar aspal 6,5% dan 7%, nilai stabilitas menurun sedangkan nilai *flow* naik. Hal ini mengakibatkan nilai MQ menjadi kecil yang menandakan campuran terlalu plastis sehingga bersifat lembek dan dapat berubah bentuk jika diberi beban. Grafik untuk mendapatkan nilai KAO dapat dilihat pada Gambar 4.6.

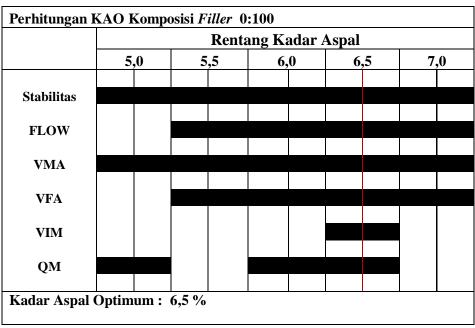


Gambar 4.6 Grafik untuk Mencari KAO pada Komposisi Filler 50:50

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Marshall untuk Mencari KAO Pada Komposisi *Filler* 0:100

Kadar Aspal	VMA (%)	VFA (%)	VIM (%)	FLOW (mm)	Stabilitas (Kg)	MQ (Kg/mm)
5,00	18,892	53,445	8,834	2,977	902,657	303,514
5,50	17,939	63,141	6,745	4,313	1021,082	239,028
6,00	17,628	69,549	5,370	3,897	1081,094	284,113
6,50	16,710	80,377	3,282	4,057	971,237	250,655
7,00	16,725	86,663	2,267	4,523	843,986	185,589
Spesifikasi	Min 14%	Min 63%	3 - 5 %	Min 3mm	Min 800 Kg	Min 250 Kg/mm

Hasil pengujian Kadar Aspal Optimum komposisi *filler* 0:100 sepenuhnya dapat dilihat pada lampiran 21 dan 22. Setelah didapat nilai rata-rata pengujian Marshall setiap pengujian, maka dilakukan penggambaran grafik untuk mendapatkan nilai KAO yang memenuhi semua persyaratan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I seperti yang terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik untuk Mencari KAO pada Komposisi Filler 0:100

Pada Komposisi *filler* 0:100, nilai Kadar Aspal Optimum naik menjadi 6,5%, hal ini dikarenakan rongga dalam campuran (VIM) yang memenuhi spesifikasi hanya pada KAO 6,5%. Pada KAO 6%, nilai VIM masih diluar spesifikasi yang disyaratkan. Nilai VIM yang idak konsisten pada tiap komposisi *filler* kemungkinan disebabkan oleh pemadatan yang dilakukan secara manual dengan tenaga manusia.

Setelah dilakukan pengujian Marshall dengan tiga komposisi *filler*, maka didapatkan Kadar Aspal Optimum untuk setiap persentase seperti pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Rekapitulasi Kadar Aspal Optimum

	Persentase Filler Semen dan Kombinasi 60% Abu Cangkang Lokan							
	dan 40% Serbuk Batu Bata							
KAO	100:0	50:50	0:100					
	6%	5,75%	6,5%					

4.6 Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Optimum

Setelah didapatkan nilai KAO, selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada ketiga komposisi *filler* untuk melihat nilai karakteristik Marshall yang meliputi, stabilitas, *flow*, VMA, VFA,VIM dan MQ. Hasil pengujian Marshall



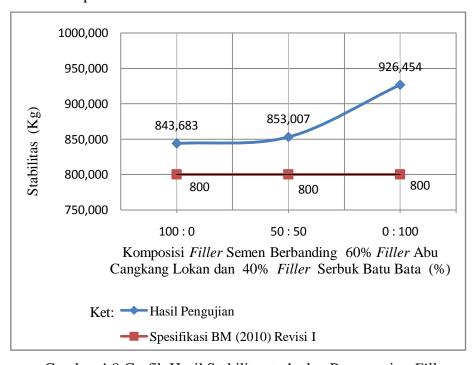
selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 23 dan 24. Adapun hasil pengujian pada setiap variasi penggantian *filler* dapat dilihat pada pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12	Hasil	Pengujian	Marshall	untuk Se	tiap V	ariasi	Pengganti	an <i>Filler</i>

Komposi Filler	Kadar Aspal	VMA (%)	VFA (%)	VIM (%)	FLOW (mm)	Stabilitas (Kg)	MQ (Kg/mm)
100:0	5,00	16,522	75,867	4,099	3,220	843,683	265,981
50:50	5,75	16,490	72,349	4,580	3,460	853,007	251,310
0:100	6,50	16,662	80,782	3,226	3,690	926,454	254,800
Spesif	ikasi	Min 14%	Min 63%	3 - 5 %	Min 3mm	Min 800 Kg	Min 250 Kg/mm

4.6.1 Stabilitas

Stabilitas dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan perkerasan untuk menahan beban lalulintas tanpa menimbulkan perubahan yang tetap, seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Berdasarkan teori, agregat bergradasi rapat memberikan rongga antar butiran (VMA) yang kecil yang dapat menghasilkan stabilitas yang tinggi. Namun pada penelitian ini, gradasi agregat diperlakukan sama dan hanya komposisi *fiiler* yang berubah. Hasil pengujian stabilitas terlihat pada Gambar 4.8.



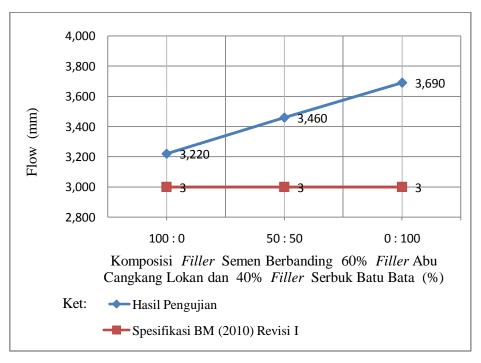
Gambar 4.8 Grafik Hasil Stabilitas terhadap Penggantian Filler

Dari Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas pada masing-masing komposisi penggantian *filler* berada di atas spesifikasi yang disyaratkan yaitu 800kg. Stabilitas paling rendah dihasilkan oleh komposisi filler 100:0 yaitu sebesar 843,683 kg, hal ini menunjukan bahwa pada komposisi 100:0, benda uji yang dihasilkan lebih lembek namun masih berada di atas spesifikasi. Pada komposisi filler 50:50, terjadi kenaikan sebesar 1%. Benda uji paling kaku dihasilkan oleh stabilitas tertinggi yaitu benda uji komposisi *filler* 0:100 dengan kenaikan yang cukup tinggi sebesar 9,81% dari komposisi *filler* 100:0. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya komposisi filler pengganti yakni 60% abu cangkang lokan dan 40% serbuk batu bata, maka semakin bertambah nilai stabilitas yang dihasilkan dan stabilitas terbaik dihasilkan oleh komposisi filler pengganti 100% yaitu pada komposisi filler 0:100 sehingga dapat disimpulkan bahwa filler pengganti yaitu 60% abu cangkang lokan dan 40% serbuk batu bata menghasilkan nilai stabilitas lebih baik dari pada filler semen. Hal ini sesuai dengan teori pada penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa kandungan kapur dan silika yang tinggi dapat meningkatkan stabilitas pada campuran.

4.6.2 Flow

Flow adalah besarnya deformasi benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga batas runtuh dinyatakan dalam satuan mm. Flow menunjukkan tingkat kelenturan suatu campuran. Nilai flow yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban. Pengukuran flow bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas Marshall. Nilai flow juga diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat Marshall Test sewaktu melakukan pengujian Marshall. Hasil pengujian flow dapat dilihat pada Gambar 4.9.





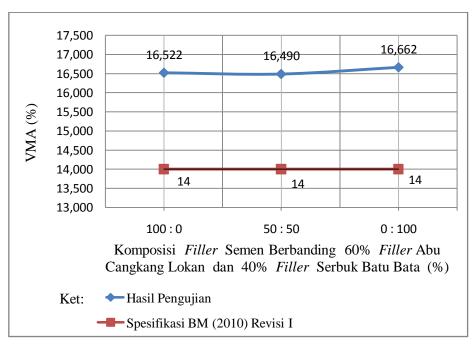
Gambar 4.9 Grafik Hasil Nilai Flow terhadap Penggantian Filler

Pada Gambar 4.9, terlihat bahwa nilai *flow* untuk tiap komposisi *filler* memenuhi syarat Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi I yaitu 3mm. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai *flow* mengalami peningkatan yang tidak terlalu jauh, nilai *flow* terendah dihasilkan oleh komposisi *filler* 100:0 sebesar 3,22mm, pada komposisi *filler* 50:50 nilai *flow* mengalami peningkatan sebesar 7,45% dan pada komposisi *filler* 0:100 nilai *flow* naik sebesar 14,59%. Meskipun nilai kenaikan tidak begitu besar tapi dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya komposisi *filler* pengganti, maka benda uji semakin bersifat plastis. Hal ini dikarenakan *filler* mampu bercampur dengan baik bersama aspal sehingga memperlentur campuran.

4.6.3 *Voids of Material Aggregate* (VMA)

VMA merupakan volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh aspal ditiadakan. VMA menunjukan persentase banyaknya rongga dalam agregat yang dapat diisi oleh aspal. Nilai VMA akan meningkat apabila selimut aspal dalam campuran lebih tebal. Hasil pengujian terhadap VMA dapat dilihat pada Gambar 4.10.





Gambar 4.10 Grafik Hasil Nilai VMA terhadap Penggantian Filler

Dari Gambar 4.10 terlihat bahwa nilai VMA untuk semua komposisi filler berada di atas nilai VMA yang disyaratkan pada spesifikasi yaitu 14%. Pada grafik dapat dilihat terjadi variasi naik turun nilai VMA. Nilai VMA pada komposisi filler 100:0 sebesar 16,522% terjadi penurunan sebesar 0,19% pada komposisi filler 50:50 yaitu sebesar 16,490%, Sedangkan pada komposisi filler 0:100 nilai VMA naik 0,85% dari komposisi filler 100:0 dan merupakan nilai VMA yang paling besar yaitu 16,662%. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai VMA seperti kualitas pemadatan dan kadar aspal. Kenaikan nilai VMA pada benda uji dengan komposisi filler 0:100 bisa dipengaruhi oleh nilai Kadar Aspal yang lebih besar jika dibandingkan dengan benda uji pada komposisi *filler* lainnya sehingga selimut aspal lebih tebal dan mengakibatkan naiknya nilai VMA. Bisa juga diakibatkan oleh kualitas pemadatan yang kurang baik sehingga menghasilkan benda uji dengan rongga yang cukup besar namun masih memenuhi spesifikasi. Jika ditinjau dari komposisi *filler* (mengabaikan kadar aspal dan kualitas pemadatan), penurunan pada komposisi filler 50:50 disebabkan karena filler pengganti dan filler semen bekerja lebih baik dalam mengisi rongga antar partikel. Bisa jadi dikarenakan berat jenis *filler* yang tidak seragam.



4.6.4 Volume of voids Filled with Asphalt (VFA)

VFA merupakan persentase rongga yang terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan, tidak termasuk aspal yang terabsorbsi oleh butir agregat. Bisa dikatakan VFA merupakan persentase volume aspal yang menyelimuti agregat. VFA biasa disebut dengan rongga terisi aspal. Semakin tinggi nilai *VFA* menandakan semakin banyaknya rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga campuran menjadi lebih kedap terhadap air dan udara. Nilai *VFA* yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama. Hasil pengujian terhadap VFA dapat dilihat pada Gambar 4.11.



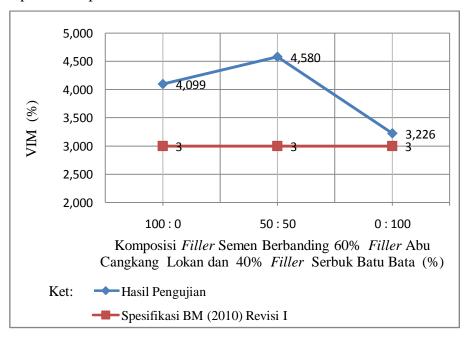
Gambar 4.11 Grafik Hasil Nilai VFA terhadap Penggantian Filler

Dari Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa nilai VFA pada masing-masing komposisi penggantian *filler* berada di atas spesifikasi yang disyaratkan yaitu 63%. Nilai VFA pada komposisi *filler* 100:0 mencapai 75,867%, penurunan terjadi 4,64% pada VFA komposisi *filler* 50:50 yaitu sebesar 72,349%. Nilai VFA ini lebih kecil dari komposisi *filler* lainnya. Jika ditinjau dari komposisi *filler*, penurunan terjadi karena aspal yang terserap oleh *filler* mengakibatkan rongga terisi aspal (VFA) pada campuran menurun, namun hal ini tidak bisa

dibuktikan karena pada komposisi *filler* 0:100, nilai VFA naik 6,59% dari komposisi *filler* 100:0. Terjadinya penurunan pada nilai VFA lebih masuk akal jika ditinjau pada Kadar Aspal masing-masing campuran. Pada campuran komposisi *filler* 50:50, Kadar Aspal yang dihasilkan paling kecil yaitu 5,75%. Hal ini mengakibatkan persentase rongga terisi aspal pada campuran sedikit dan menyebabkan turunnya Nilai VFA. Pada campuran komposisi *filler* 0:100, kadar aspal yang dihasilkan paling tinggi yaitu 6,5%. Hal ini membuat nilai VFA menjadi naik dan bahkan lebih tinggi dari komposisi *filler* lainnya yaitu sebesar 80,782%. Sehingga dari grafik pada gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa komposisi *filler* 0:100 lebih kedap terhadap air dan udara.

4.6.5 Voids In Mixture (VIM)

VIM adalah rongga yang terdapat dalam total campuran. VIM dibutuhkan untuk mengetahui persentase volume pori yang masih tersisa setelah campuran aspal dipadatkan. Nilai VIM yang besar menunjukan bahwa rongga pada benda uji besar dan kurangnya kekedapan suatu benda uji terhadap air. Hasil pengujian VIM dapat dilihat pada Gambar 4.12.



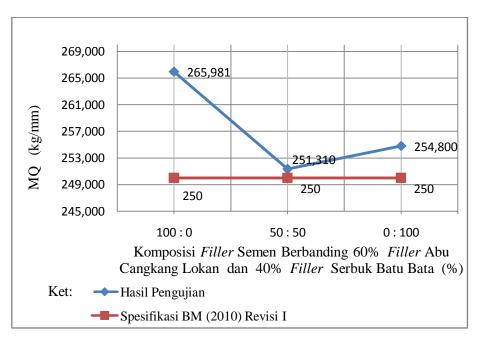
Gambar 4.12 Grafik Nilai VIM terhadap Penggantian Filler

Pada Gambar 4.12, variasi nilai VIM memenuhi syarat dalam spesifikasi umum yang disyaratkan yaitu sebesar 3-5%. Pada Komposisi filler 100:0 nilai VIM yang dihasilkan sebesar 4,099 %. Nilai VIM naik 11,73% pada komposisi filler 50:50 dan merupakan nilai VIM tertinggi pada komposisi filler lainnya. Pada komposisi filler 0:100, nilai VIM mengalami penurunan 29,56% dari komposisi filler 50:50 dan merupakan nilai VIM terendah dari komposisi filler lainnya. Pada kadar aspal konstan, penambahan filler akan memperkecil VIM karena *filler* dapat mengisi rongga-rongga dalam campuran sehingga campuran menjadi lebih padat. Ditinjau dari berat jenis filler, semen Portland memiliki berat jenis paling besar sehingga kuantitasnya lebih sedikit dari *filler* lainnya, kuantitas filler ini naik pada tiap pergantian filler dan kuantitas terbanyak berada pada komposisi 0:100. Seharusnya pada setiap penggantian filler, nilai VIM turun diiringi dengan kenaikan kuantitas filler, namun pada komposisi filler 50:50 terjadi kenaikan nilai VIM. Hal ini dikarenakan kadar aspal pada komposisi filler 50:50 paling rendah sehingga *filler* saja tidak cukup untuk mengisi pori-pori yang ada didalam campuran.

4.6.6 Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) merupakan indeks kelenturan suatu campuran berupa perbandingan antara stabilitas terhadap *flow* dengan satuan kg/mm. Nilai MQ ini dihubungkan dengan daya tahan perkerasan terhadap deformasi. Semakin besar nilai MQ menandakan campuran semakin kaku/getas sehingga dapat terjadi retak apabila diberi beban, sedangkan semakin kecil nilai MQ menandakan campuran semakin lentur dan mampu berdeformasi apabila dioberi beban. Hasil perhitungan nilai MQ dapat dilihat pada Gambar 4.13.





Gambar 4.13 Grafik Nilai MQ terhadap Penggantian Filler

Pada Gambar 4.13, terlihat bahwa nilai MQ untuk setiap variasi komposisi lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan, yaitu 250 kg/mm. Nilai MQ pada komposisi *filler* 100:0 mencapai 265,981 kg/mm. Terjadi penurunan 5,52% pada komposisi *filler* 50:50 yaitu sebesar 251,310 kg/mm. Pada komposisi *filler* 0:100, nilai MQ naik sekitar 1,31%, yaitu sebesar 254,800 kg/mm. Kenaikan dan penurunan nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan *flow* pada campuran. Stabilitas yang kecil dan *flow* yang besar menghasilkan campuran yang lembek dan mudah berubah bentuk jika terjadi beban.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Karakteristik Marshall meliputi stabilitas, flow, VMA, VFA, VIM, MQ dari hasil pengujian berada di atas batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum yang dikeluarkan Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi dengan nilai karakteristik Marshall pada setiap komposisi sebagai berikut:
 - A. Hasil pengujian karakteristik Marshall pada kondisi KAO 6% dengan komposisi *filler* 100:0, dimana 100% berupa *filler* semen dan 0% berupa 60% *filler* abu cangkang lokan dan 40% *filler* serbuk batu bata, diperoleh nilai stabilitas sebesar 843,683 kg, nilai kelelehan atau *flow* sebesar 3,22 mm, nilai VMA sebesar 16,522%, nilai VFA sebesar 75,867%, nilai VIM sebesar 4,099% dan untuk nilai MQ diperoleh 265,981kg/mm, nilai MQ ini merupakan nilai MQ tertinggi dari komposisi *filler* lainnya.
 - B. Hasil pengujian karakteristik Marshall pada kondisi KAO 5,75% dengan komposisi *filler* 50:50, diperoleh nilai stabilitas sebesar 853,007 kg, nilai kelelehan atau *flow* sebesar 3,46 mm, nilai VMA sebesar 16,49%, nilai VFA sebesar 72,349%, nilai MQ sebesar 251,31 kg/mm. Komposisi *filler* 50:50 menghasilkan nilai VIM tertinggi dari komposi *filler* lainnya yaitu 4,58%.
 - C. Hasil pengujian karakteristik Marshall pada kondisi KAO 6,5% pada komposisi *filler* 0:100 diperoleh nilai stabilitas sebesar 926,454 kg, nilai kelelehan atau *flow* sebesar 3,69 mm, nilai VMA sebesar 16,662%, nilai VFA sebesar 80,782%, nilai VIM sebesar 3,226% dan MQ sebesar 254,800 kg/mm. Komposisi *filler* 0:100 menghasilkan nilai stabilitas, *flow*, VFA dan VMA tertinggi dari komposisi *filler* lainnya.
- Perbandingan Hasil pengujian menunjukan bahwa komposisi filler 0:100 menghasilkan nilai karakteristik Marshall terbaik dengan nilai stabilitas tertinggi sebesar 926,454 kg dan nilai VIM terkecil sebesar 3,226%. Nilai



VIM yang kecil mengindikasikan tingkat kerapatan suatu campuran AC-BC sedangkan semakin besar nilai stabilitas pada campuran AC-BC menunjukkan tingkat kekuatan campuran AC-BC terhadap kemampuan menerima beban.

5.2 SARAN

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian yang lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1. Diharapkan adanya pengujian bahan kandungan *filler* abu cangkang lokan dan serbuk batu bata yang digunakan pada penelitian ini sebagai pelengkap analisis penelitian.
- 2. Diharapkan adanya penelitian tentang penggantian *filler* semen *Portland* dengan abu cangkang lokan pada campuran perkerasan yang sama (AC-BC).
- 3. Hendaknya proses pencampuran maupun pemadatan benda uji dalam penelitian tidak dilakukan secara manual agar kualitas benda uji yang dihasilkan sama dan mengurangi kesalahan yang terjadi selama penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Hadihardaja, J., 1997, Rekayasa Jalan Raya, Gunadarma, Jakarta.
- Waani, E., 2013, Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran AC-BC (Studi Kasus Material Agregat di Manado dan Minahasa), Jurnal Teknik Sipil, Vol. 20, Nomor 1.
- Fauzi, A., 2012, *Usaha Pembuatan Batu Bata Merah*, http://usahajepara.blogspot.com/2012/10/bisnis-rental-playstation.html, 12 Juni 2014, Pkl 19.19 WIB.
- Suprapto, 2004, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit, Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada.
- Rahaditya, D. R., 2012, Pengaruh Penggunaan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler Pada Perkerasan Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC), Skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Jember, tidak diterbitkan.
- Sitepu, K. K., 2012, Perilaku Kuat Geser Bata Merah Kota Bengkulu (Studi Terhadap Bata Merah Di Kecamatan Selebar Dan Kecamatan Muara Bangkahulu), Skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, tidak diterbitkan.
- Wulandari, F. I., 2011, Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona Grandits L.f) pada Paduan Tanah Liat dan Abu Sampah Terhadap Kualitas Batu Bata Merah Di Kabupaten Karanganyar, Skripsi pada FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta, tidak diterbitkan.
- Widodo, S., 2004, Optimalisasi Kuat Tekan Self-Compacting Concrete dengan Cara Trial-Mix Komposisi Agregat dan Filler Pada Campuran Adukan Beton, Jurnal Penelitian Saintek, Vol.9, Nomor 1, Lembaga Penelitian UNY.
- Ambarwati, L. dan Arifin, M.Z., 2009, Campuran Hot Rolled Sheet (HRS) dengan Material Piropilit Sebagai Filler yang Tahan Hujan Asam, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 3, Nomor 1.
- Mansyur, K., Mashuri dan Alhadar, A., 2012, Studi Pengunaan Kapur Sebagai Bahan Aditif Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC), Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi, Vol. II, Nomor 2.
- Supriani, F., 2013, Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Akibat Penambahan Abu Cangkang Lokan, Jurnal Inersia, Vol. 5, Nomor 2.



- Muqarramah, A., 2012, *Rancangan Campuran Aspal* http://www.cyber007-cyber.blogspot.com.com/2012/02/rancangan-campuran-aspal.html, 18 Mei 2014, Pkl 20.05 WIB.
- Putrowijoyo, R., 2006, Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland Dan Abu Batu Sebagai, Tesis pada Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang, tidak diterbitkan.
- Annur, H., 2013, *Campuran Beton Cangkang Kerang*, http://hattaannur 1701.blogspot.com/2013/02/campuran-beton-cangkang-kerang.html, 11 Mei 2014, Pkl 08:31 WIB
- Darmawan, R., 2013, Pengaruh Penambahan Serat Bambu dan Penggantian 40% Agregat Halus dengan Abu Sekam Padi dan Abu Cangkang Lokan Terhadap Kuat Tarik Beton, Skrispsi pada Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, tidak diterbitkan.
- Sukirman, S., 2007, Campuran Aspal Panas, Granit, Bandung.
- Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Sahlan, R., 2009, *Pengaruh Penggunaan Kulit Kerang Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran ATB (Asphalt Treated Base)*, Skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta, tidak diterbitkan.
- SNI 03-1968-1990, 1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, Pusjatan-Balitbang PU.
- SNI 1969:2008, 2008, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1970:2008, 2008, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus, Badan Standarisasi i Nasional.
- SNI 03-4804-1998, 1998, Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat, Pusjatan-Balitbang PU.
- SNI 2417:2008, 2008, Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 06-2441-1991, 1991, Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat, Pusjatan-Balitbang PU.
- SNI 06-2434-1991, 1991, Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter, Pusjatan-Balitbang PU.



SNI 06-2433-1991, Metode Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar Dengan Cleve Land Open Cup, Pusjatan-Balitbang PU.

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum Bina Marga Bidang Jalan dan Jembatan Revisi I*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

AMPIRA



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 1

HASIL PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

Material Sumber Material : Kabupaten Bengkulu Utara

: Agregat Kasar (Batu Pecah)

Tgl.Pemeriksani

: 16 Juni 2013

Ayakan		Sampel A		Sampel B			Rata-Rata	
		Tertahan Kumulatif		Tertahan Kumulat		ulatif	Rana-Rana	
No.	Ukuran (mm)	Berat (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Berat (gr)	Tertahar (%)	Lolos (%)	Lolos (%)
1"	25	0.00	0.00	100.00	27.00	2.25	97.75	98.88
3/4"	19	12.00	1.00	99.00	21.50	1.79	95.96	97.48
1/2"	12.5	598.50	49.88	49.13	764.50	63.71	32.25	40.69
3/8"	9.5	360.50	30.04	19.08	297.50	24,79	7.46	13,27
No.4	4.75	202.50	16.88	2.21	80,00	6.67	0.79	1.50
No.8	2.36	13.00	1.08	1.13	2.50	0.21	0.58	0.85
No.16	1.18	5.50	0.46	0.67	0.50	0,04	0.54	0,60
No.30	0.6	1.00	0.08	0.58	0.50	0.04	0.50	0.54
No.50	0.3	0.50	0.04	0.54	0.50	0.04	0.46	0.50
No.100	0.15	1.50	0.13	0.42	1.00	0.08	0.37	0.40
No.200	0.075	1.50	0.13	0.29	0.50	0.04	0.33	0.31
	Pan	3.5	0.29	0,00	4.00	0,33	0,00	- 0
	- Jumlah	1200	100		1200	100		

Mengetahm

Repala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T. NIP:197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran.



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 2

HASIL PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Abu Batu

Sumber Material

: Kabupaten Bengkulu Utara

Tgl.Pemeriksaan

: 16 Juni 2013

Ayakan		Sampel A		Sampel B			Rata-	
		Tertahan Kumulatif		latif	Tertahan Kumulatif			Rata
No.	Ukuran	Berat	Tertahan	Lolos	Bernt	Tertahan	Lolos	Lolos
(m	(mm)	(gr)	(%)	(%) (%)	(gr)	(%)	(%)	(%)
1"	25	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100
3/4"	19	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100
1/2"	12.5	0	0.00	100,00	0	0.00	100.00	100
3/8"	9.5	0	0.00	100,00	0	0.00	100.00	100
No.4	4.75	0	0.00	100,00	0	0.00	100.00	100
No.8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100
No.16	1.18	7.50	0.63	99,38	62.50	_	94.79	97.08
N0.30	0.6	554.50	46.21	53,17	555.50	-	48.50	50.83
No.50	0.3	221.00	18,42	34.75	220,50	18.38	30,13	32.44
No.100	0.15	228.00	19.00	15,75	186.00	-	14.63	15.19
No.200	0.075	89.50	7.46	8.29	98.50	-	6.42	7.35
	Pan	99.5	8.29	0.00	-	-	0.00	0
	Jumlah	1200	100,00		1200	-		

Mengerahut Kepala baboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T. NIP.197208092000031002

EKNIK SIP

Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 3

BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material

: Batu Pecah (Splite)

Sumber Material

: Bengkulu Utara

Tanggal Uji

: 15 Juni 2014

The second secon	Hasil Pemeriksaan			
Pemeriksaan	Sampel A	Sampel B	Rata- rata	
Berat agregat kering permukaan jenuh (gr) (Bj)	2373	2340.5		
Berat Agregat Dalam Air (gr) (Ba)	1483	1456		
Berat agregat kering oven (gr) (Bk)	2305	2275		
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) =	2.67	2.65	2.66	
Berat jenis kering oven (Bulk) =	2.59	2.57	2.58	
Berat jenis semu (Apparent) =	2.80	2.78	2.79	
Penyerapan (Absorbsi) =	2.95	2.88	2.91	

Mengetahui Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T

NIP.197208092000031002

Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,

Advanty Esentia

NPM. G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 4

BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Material

: Abu batu

Sumber Material : Bengkulu Utara

Tanggal Uji

: 15 Juni 2014

	Hasil	Hasil Pemeriksaan		
Pemeriksaan	Sampel A	Sampel B	Rata- rata	
Berat agregat kering oven (Bk) (gr)	487.5	484.5		
Berat agregat kering permukaan (Bj) (gr)	500	500		
Berat piknometer berisi air (B) (gr)	544	548.5		
Berat piknometer + agregat + air (Bt) (gr)	861.5	873		
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) =	2.74	2.85	2.79	
Berat jenis kering oven (Bulk) =	2.67	2.76	2.72	
Berat jenis semu (Apparent) =	2.87	3.03	2.95	
Penyerapan (Absorbsi) =	2.56	3.20	2.88	

Mengetahui

Kepala Laboratorium,

Samsul Bakri, S.T., M.T

ORA NIP.197208092000031002

Bengkulu, September 2014

Dikerjakan

Laboran,

Advanty Esentia

NPM. G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 5	JENIS FILLER PENGGANTI					
47.8381 S. R. 1000	Ousun Besar					
Tanggal Uji : 16 Juni 20						
Uraian	A	В				
Berat Piknometer + filler (W2) (64.2	63.5				
Berat Piknometer (W ₁)	39	38.2				
Berat Filler (w _f)	25.2	25.3				
Temperatur	20°	C				
Berat Piknometer + air + Filler	ida temp 20°C (W ₃) 114	113.9				
Berat Piknometer + air (w ₄)	98.2	97.7				
$W_5 = W_{\ell} + W_4$	123.4	123				
Berat Jenis Gs = $\frac{W_f}{W_5 - W_3}$	2.681	2.780				
Rata-rata		2.73				
	Kota Bengkulu					
Uraian	A	В				
Berat Piknometer + filler (W2) (1900.00				
Berat Piknometer (W ₁)	39					
Berat Filler (w _t)	25.2					
Temperatur		20° C				
Berat Piknometer + air + Filler	ada temp 20°C (W ₃) 114.4	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				
Berat Piknometer + air (w4)	98.2	97.7				
$w_5 = w_f + w_4$	123.4	123.4				
Berat Jenis Gs = $\frac{W_f}{W_5 - W_3}$	2.80	2.71				
Rata-rata	2	.75				
Mengetahui Kepala Laboratorium, Samsul Bahri, S.T., M.T NIP.197208092000031002	Dikerjaka Laboran Advanty	4				

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

	BERAT JENIS FILLER SEMEN	PORTLAND	
Material	: Semen Portland		
Sumber Material	: Kota Bengkulu		
Tanggal Uji	: 17 Juni 2014 Uraian	A	В
Berat Piknometer +		63.8	63.3
Berat Piknometer (39	38.2
Berat Filler (w _t)		-86	15/33/23
		24.8	25.1
Temperatur		20° (
	air + Filler pada temp 20°C (W ₃)	114.7	114.4
Berat Piknometer +	air (W ₄)	98.2	97.7
$w_5 = w_f + w_4$		123	122.8
Berat Jenis Gs =	Wf		
	W5 - W3	2.99	2.99
Rata-rata		2.99	
ruid-titid			
Natio Para			
		Bengkulu,	Septemb
Mengetahui		Dikerjakan	Septemb
	m,		Septemb
Mengetahui	m,	Dikerjakan	Septemb
Mengetahui		Dikerjakan	

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 7

BERAT ISI AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah (Splite)
Sumber Material : Bengkulu Utara
Tanggal Uji : 15 Juni 2014

Uraian	Sampel A	Sampel B		
Berat mold (kg) (W ₁)	10.83	10.83		
Volume mold (m ³) (V)	0.0103981	0.010398		
Berat Isi Lepas				
Berat agregat + mold (kg) (W ₂)	22.76	22.67		
Berat agregat (kg) (W ₃) \rightarrow W ₃ = W ₂ -W ₁	11.93	11.84		
Berat isi $(kg/m^3) = \frac{W3}{V}$	1147.33	1138.67		
Rata-rata berat isi (kg/m³)	1143.00			
Berat Isi Padat dengan	Tusukan			
Berat agregat + mold (kg) (W ₂)	24.95	23.84		
Berat agregat (kg) $(W_3) \rightarrow W_3 = W_2 - W_1$	14.12	13.01		
Berat isi $(kg/m^3) = \frac{W^3}{V}$	1357.95	1251.20		
Rata-rata berat isi (kg/m³)	1304.57			
Berat Isi Padat dengan Per	nggoyangan			
Berat agregat + mold (kg) (W ₂)	23.77	23.95		
Berat agregat (kg) $(W_3) \rightarrow W_3 = W_2 - W_1$	12.94	13.12		
Berat isi $(kg/m^3) = \frac{W3}{V}$	1244.46	1261.77		
Rata-rata berat isi (kg/m³)	1253.12			

Mengetahui Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP.197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 8

BERAT ISI AGREGAT HALUS

Material : Abu Batu

Sumber Material : Bengkulu Utara

Tanggal Uji

: 15 Juni 2014

Uraian	Sampel A	Sampel B	
Berat mold (kg) (W ₁)	10.83	10.83	
Volume mold (m ³) (V)	0.0103981	0.010398	
Berat Isi Lepas		-5-	
Berat agregat + mold (kg) (W ₂)	23.40	23.40	
Berat agregat (kg) (W ₃) \rightarrow W ₃ = W ₂ -W ₁	12.57		
Berat isi (kg/m³) =	1208.88	1208.88	
Rata-rata berat isi (kg/m³)	1208.88		
Berat Isi Padat dengan	Tusukan		
Berat agregat + mold (kg) (W ₂)	24,81	25.04	
Berat agregat (kg) $(W_3) \rightarrow W_3 = W_2 - W_1$	13.98		
Berat isi (kg/m³) =	1344.48	1366.60	
Rata-rata berat isi (kg/m³)	1355.54		
Berat Isi Padat dengan Pen	ggoyangan		
Berat agregat + mold (kg) (W ₂)	24.76	25.00	
Berat agregat (kg) $(W_3) \rightarrow W_3 = W_2 - W_1$	13.93	14.17	
Berat isi (kg/m³) =	1339.67	1362.75	
Rata-rata berat isi (kg/m³)	1351.21		

Mengetahui

Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP.197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 9

UJI KEAUSAN AGREGAT

Material : Batu Pecah (Splite)
Sumber Material : Bengkulu Utara
Tanggal Uji : 15 Juni 2014

Gradasi agregat A Jumlah bola baja 12

Jumlah bola baja 12 buah Jumlah putaran 500 putaran

Gradasi Po	emeriksaan	Jumlah	Putaran
Ukuran	Saringan	1	H
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (a)
76.2 (3")	63.5 (2.5")		
63.5 (2.5")	50.8 (2")		
50.8 (2")	36.1 (1,5")	-	
36.1 (1,5")	25.4 (1")	1250	1250
25.4 (1")	19.1 (3/4")	1250	1250
19.1 (3/4")	12.7 (1/2")	1250	1250
12.7 (1/2")	9.52 (3/8")	1250	1250
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		5000	5000
Berat Tertaha No.12 Sesud	n Saringan ah Percobaan	3987	3658.5
Keausan (%)		20.26	26.83
Keausan Rata	-Rata (%)	23.5	545

Mengetahui Kepala Laboratorium,

J 35 9V

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP.197208092000031002 Bengkulu, September 2014 Laboran,

1 4



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 10

BERAT JENIS ASPAL

Material

: Aspal Shell Pen 60/70

Sumber Material

: Kota Bengkulu

Tanggal Uji

: 16 Juni 2014

Pemeriksaan	Contoh 1	Contoh 2	Rata-Rata
Berat Pikno + Contoh (W2)	187.6	190.5	189.05
Berat Pikno (W1)	108.0	112.0	110
Berat Contoh (Wt = W2 - W1)	79.6	78.5	79.05
Temperatur	25.0	25.0	25
Berat Pikno + Air (W4)	304.0	309.5	306.75
(W5 = W2 - W1 + W4)	383.6	388.0	385.8
Berat Pikno + Air + Contoh (W3)	308.1	311.5	309.8
Isi Contoh (W5 - W3)	75.5	76.5	76
Berat Jenis (Wt/ W5 - W3)	1.054	1.026	1.040

Mengetahui

GRAIU"

Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP.197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Laboran,

Advanty Esentia

NPM, G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 11

PENETRASI ASPAL

Material : Aspal Shell Pen 60/70

Sumber Material : Kota Bengkulu Tanggal Uji : 16 Juni 2014

No.	Kegiatan	Uraian					
1	Pembukaan Contoh	Contoh mulai dipanaskan Mulai jam 19.30 Selesai jam 20.00	Pembacaan suhu oven 110° C				
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan suhu ruangan Mulai jam 20.10 selesai jam 21.10					
3	Mencapai Suhu Pemeriksaan	Direndam pada suhu 25°C Mulai jam 21.10 Selesai jam 22.10	Pembacaan Suhu 25 °C				

No.	Penetrasi	Sketsa Hasil Penetrasi
1	64	
2	62	0
3	63	
4	65	0 0 0
5	61	
Rata-rata	63	0

Mengetahui Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP.197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Laboran,

Advanty Esentia NPM, G1B010007

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 12

TITIK LEMBEK ASPAL

Material : Aspal Keras Pen 60/70

Sumber Material : Kota Bengkulu Tanggal Uii : 15 Juni 2014

No.	Kegiatan	Uraian
1	Pembukaan Contoh	Contoh mulai dipanaskan Pembacaan suhu Mulai jam 15.10 oven 110° C Selesai jam 15.40
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan suhu ruangan Mulai jam 15,40 selesai jam 16,10
3	Mencapai Suhu Pemeriksaan	Direndam pada suhu 25° (Pembacaan Suhu Mulai jam 16.10 25 °C Selesai jam 16.40

No	Suhu Yang Diamati	W	aktu	Pembacaan Sui			
	('C)	1	11	('C)			
1	5	0					
2	10	02' 04"	02' 04"				
3	15	03' 11"	03' 11"				
4	20	04' 16"	04' 16"				
5	25	05' 44"	05' 44"				
6	30	03' 20"	03' 20"				
7	35	08' 39"	08' 39"	11			
8	40	12' 16"	12' 16"				
9	45	16' 45"	16' 45"				
10	50	20 45"	23' 12"		50.5		
11	55	23 19"		51	2.00		
	Rata- rata				.75		

Mengetahui

Thus are

Kepala Laboratorium,

Bengkulu, September 2014

Laboran,

Samsul Bahri, S.T., M.T.

NIP.197208092000031002

Advanty Esentia NPM. G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

ampiran 13

BERAT CAMPURAN PERGRADASI DALAM SATU BENDA UJI

Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran AC-BC

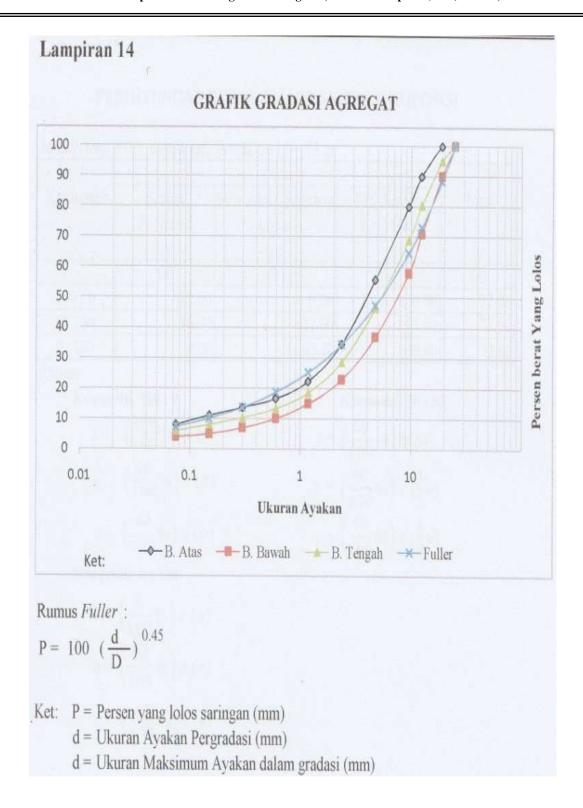
Ukuran Ayakan (mm)		% Berat Ya	ang Lolos te	rhadap Total Laston (AC	Agregat dalam C	ampuran
()	(Gradasi Halu	IS	Duston (110	Gradasi Kas	sar
	WC	BC	Base	WC	BC	Base
37.5			100			100
25		100	90 - 100		100	90 - 100
19	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90
12.5	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
9.5	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
4.75	54 - 69	47 - 64	39.5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39.5
2.36	39.1 - 53	34.6 - 49	30.8 - 37	28 - 39.1	23 - 34.6	19 - 26.8
1.18	31.6 - 40	28.3 - 38	24.1 - 28	19 - 25.6	15 - 22.3	12 - 18.1
0.6	23.1 - 30	20.7- 28	17.6 - 22	13 - 19.1	10 - 16.7	7 - 13.6
0.3	15.5 - 22	13.7- 20	11.4 - 16	9 - 15.5	7 - 13.7	5 - 11.4
0.15	9.0 - 15	4.0 -13	4.0 - 10	6.0 - 13	5.0 - 11	4.5 -9
0.075	4.0 -10	4.0 -8	3.0 - 6	4.0 - 13	4.0 - 8	3.0 - 7

Perhitungan Berat Agregat Pergradsi dalam Satu Benda Uji

Ukuran Ayakan		Englisher.	Laston (AC)		100			
		(Gradasi Kasa	r	Fuller	Persen	Jumlah	Berat
ASTM	(mm)		BC		Tunci	Tertahan		
		B.Bawah	B. Tengah	B.Atas	1/4	(%)	(%)	(gr)
11/2"	37.5							
1"	25	100	100.0	100	100	0		0.00
3/4"	19	90	95.00	100	88	5		60.00
1/2"	12.5	71	80.50	90	73	15	71	174.00
3/8"	9.5	58	69.00	80	65	12		138.00
No. 4	4.75	37	46.50	56	47	23		270.00
No. 8	2.36	23	28.80	34.6	35	18		212.40
No. 16	1.18	15	18.65	22.3	25	10		121.80
No. 30	0.6	10	13.35	16.7	19	5		63.60
No. 50	0.3	7	10.35	13.7	14	3	23	36.00
No. 100	0.15	5	8.00	11	10	2		28.20
No. 200	0.075	4	6.00	8	7	2		24.00
Pa	n	-	-	1 -	-	6	6	72.00
Total				You purson		100.00	100.00	1200.00



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon: (0736) 344087,21170-227

Lampiran 15

PERHITUNGAN BERAT FILLER SESUAI KOMPOSISI

Jumlah total filler dalam satu Benda Uji (e)= 72 gr

Komposisi	Semen Portland gr	60% Abu Cangkang Lokan gr	40% Serbuk Batu Bata gr	Total gr
	(a)	(b)	(c)	(d)
100:0	72.00	0.00	0.00	72.00
50:50	36.00	21.60	14.40	72.00
0:100	0.00	43.20	28.80	72.00

Rumus:

Komposisi 100:0

$$a = \left(\frac{100}{100}\%\right) x (e)$$

$$b = \left(\frac{60}{100}\%\right) \times (0)$$

$$c = \left(\frac{40}{100}\%\right) \times (0)$$

Komposisi 50:50

$$a = \left(\frac{50}{100}\%\right) x (e)$$

$$b = \left(\frac{60}{100}\%\right) \times \left(\frac{1}{2}e\right)$$

$$c = \left(\frac{40}{100}\%\right) x \left(\frac{1}{2}e\right)$$

Komposisi 0:100

$$a = \left(\frac{0}{100}\%\right) x (e)$$

$$b = \left(\frac{60}{100}\%\right) x (e)$$

$$c = \left(\frac{40}{100}\%\right) x (e)$$

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 16

PERHITUNGAN KADAR ASPAL

Tabel Persentase Bahan Campuran dalam Satu Benda Uji

Bahan	Jumlah
Ĉampuran	%
Agregat Kasar	71
Agregat Halus	23
Filler	6
Jumlah	100

Menentukan kadar aspal rencana:

$$P = 0.035 \, (\%CA) + 0.045 \, (\%FA) + 0.18 \, (\%filler) + K$$

Keterangan:

P = persen kadar aspal

CA = persen agregat tertahan saringan No.8

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

filler = persen agregat minimal 75% lolos saringan No.200

K = konstan 0,5 - 1,0 untuk Laston

2,0 - 3,0 untuk Lataston

$$P_1 = 0.035$$
 (%CA) + 0.045 (%FA) + 0.18 (%Filler) + K
= 0.035 71 + 0.045 23.0 + 0.18 6 + 1
= 6 %

Variasi Kadar Aspal	P.1	P-0,5	P ₁	P _{+0,5}	P_{+1}
Kadar Aspal (%	5	5.5	6	6.5	7
Berat dalam Satu Benda Uji	60	66	72	78	84





Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 17

Hasil Pengujian Marshall Tabap I Komposisi Filler 100:0

Diketahui

Berat Jenis Bulk Agregat

2.58

Angka Kalibrasi

1.040224213

Bernt Jenis Aspal 12.9804

ngka Kalibr			2.9804	Berat	Berat dalam	isi	Berat Isi	Berat jenis	(b x g)/	(100 - h)g /	Julh Kand	VMA	VFA	VIM	Pembacuan dial	Stabilitas	Koreksi stabilitas	Flore	MQ
	100000000000000000000000000000000000000		Berat	ienuh	air	7.0	benda uji	maks teoritis	Bj. aspal	Bj. Agregat	rongga	1563	(%)	(%)		(kg)	(kg)	mm	(kg/mm)
No.	The second second	campuran		(gram)	(gram)	(ml)	+				(%)	(74)	100		0	p	9		
	(%)	(%)	(gram)	-	· Inches	1		h:	1		k	1	- 10	-					
1. 2. 3	5.0 5.0 5.0	4,762 4,762 4,762	1118.000 1091.500 1101.000	1132,500 1107,500 1117,500	647,000 628,000 635,000	485.500 479.500 482.500	2.303 2.276 2.282	2.411 2.411 2.411	10.542 10.421 10.446 10.469	84,973 83,996 84,201 84,390	4.486 5.583 5.353 5.141	15.037 16.004 15.799 15.610	70.149 65.114 66.116 67.126	4.486 5.583 5.353 5.141	59,000 64,000 67,000 63,333	765.844 830.746 869.687 822.092	834,770 947,050 991,443 924,421	3.220 4.090 3.850 3.720	259.245 231.553 257.518 249,438
Rata-Rata 1. 2. 3.	5.0 5.5 5.5 5.5	5.213 5.213 5.213 5.213 5.213	1148.000 1126.000 1110.000 1128.000	1119,167 1163,500 1139,000 1135,000 1145,833	636.667 658.000 650.000 639.000 649.000	482,500 505,500 489,000 496,833	2.287 2.271 2.303 2.238 2.271	2.411 2.396 2.396 2.396 2.396	11.382 11.540 11.216 11.379	83.403 84.565 82.187 83.385	5 215 3 895 6 597 5.236	16.597 15.435 17.813 16.615	68,578 74,768 62,964 68,770	5.215 3.895 6.597 5.236	53 000 51 000 71 000 58,333	687.961 662.000 921.608 757.190	715.480 721.580 958.473 798.511	3,180 3,100 3,300 3,193	224.994 232.768 290.446 249.403
Rata-Rata 1. 2. 3.	6.0 6.0 6.0	5,660 5,660 5,660	1157.500 1197.000 1164.000	1173.000 1206.000 1175.500	662,000 685,000 663,000	511.000 521.000 512.500 514.833	2.265 2.298 2.271 2.278	2.381 2.381 2.381 2.381	12 326 12 502 12 359 12 396	82.796 83.978 83.017 83.264	4.878 3.520 4.624 4.341	17.204 16.022 16.983 16.736	71.646 78.030 72.773 74.149	4.878 3.520 4.624 4.341	72,000 56,000 67,000 65,000	934.589 726.902 869.687 843.726	934,589 726,902 869,687 843,726	3.400 3.370 3.210 3.327	274.879 215.698 270.930 253.836
Rata-Rata 1, 2, 3,	6.0 6.5 6.5 6.5	5,660 6,103 6,103 6,103	1172.833 1176.500 1151.000 1184.500 1170.667	1184.833 1183.000 1159.500 1190.000 1177,500	674,000 660,000 670,000 668,000	509,000 499,500 520,000 589,500	2.311 2.304 2.278 2.298	2.367 2.367 2.367 2.367	13.562 13.520 13.365 13.482	84.089 83.831 82.870 83.597	2.349 2.649 3.765 2.921	15.911 16.169 17.130 16.403	85.235 83.618 78.021 82.291	2.349 2.649 3.765 2.921	60,000 65,000 67,000 64,000	778.824 843.726 869.687 830.746	778 824 877 475 869 687 841,995	5.710 3.870 5.730 5.103	136.396 226.738 151.778 171.63
Rata-Rata 1. 2. 3. Rata-Rata	7.0 7.0 7.0	6.103 6.542 6.542 6.542 6.542	1162.500 1177.000 1193.500 1177.667	1170 000 1184 000 1199 500 1184 500	660,000 670,000 682,000	510,000 514,000 517,500 513,833	2.290 2.306	2,353 2,353 2,353 2,353	14.335 14.401 14.504 14.414	82.538 82.917 83.511 82.989	3.127 2.682 1.985 2.598	17.462 17.083 16.489 17.011	82.095 84.303 87.964 84,787	3 137 2.682 1.985 2.598	44,000 46,000 60,000 50,000	571.138 597.098 778.824 649.020	571.138 597.098 778.824 649.020	6.210 4.750 5.150 5.370	91.971 125.70: 151.22: 122.96

Kepala Laperatorium,

NIP. 197208092000031002

Bengkulu, Dikerjakan September 2014

NPM, G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 18 GRAFIK PENGUJIAN MARSHALL TAHAP 1 KOMPOSISI FILLER 100:0

Rekapitulasi Rata-rata Penguijan Marshall

Kadar	VMA (%)	VFA (%)	VIM (%)	Flow (mm)	Stabilitas (kg)	MQ (kg/mm)
Aspal	-			3.720	924.421	249.438
5.00	15.610	67.126	5.141			
5.50	16.615	68.770	5.236	3.193	798.511	249.403
6.00	16.736	74.149	4.341	3.327	843.726	253.836
6.50	16.403	82.291	2.921	5.103	841.995	171.637
7.00	17.011	84.787	2.598	5.370	649.020	122.968
c :cı :	Min.	Min.	3 - 5 %	Min.	Min.	Min.
Spesifikasi	14%	63%	3 - 3 %	3 mm	800 kg	250kg/mm

GRAFIK MENCARI KAO

	Rentang Kadar Aspal												
	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0								
Stabilitas													
FLOW			-										
VMA													
VFA													
VIM													
QM													

Mengetahui

Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T.

NIP. 197208092000031002

Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,

Advanty Esentia NPM. G1B010007





Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 19

Diketshui :

Angka Kalibrasi

Berat Jonis Bulk Agregat : Berat Jenis Aspal :

2.58 1.040224 12.9804 Hasil Pengujian Marshall Tahap I Komposisi Filler 50: 50

No.	Aspal thdp agregat (%)	Aspel thdp campuran (%)	Berat kering (gram)	Berat jenuh (gram)	Berat dalam air	isi	Berat Isi benda uji	Berat jenis maks teoritis	(b x g)/ Bj. aspai	(100 - b)g / Bj. Agreget	Jmih Kand rongga	VMA	VFA	VIM	Pembacaan	Stabilitas	Koreksi	Flow	QM
		b	Caracity	-	(gram)	(ml)		The state of the s	-		(%)	(%)	(%)	1000	Gial	-	stabilitas		No. of Contract of
		-		d		1	g	h	1	1	-	1001		(%)		(Kg)	(Kg)	mm.	(Kg/mm
4	5.00	200	1								- "	-	m	n	0	р	· P		
		4.76	1033.50	1072.00	619.00	453.00	2.28	2.41	10.44	****									
4.	5.00	4.70	1151.00	1181.50	675.00	506.50	2.27			54.22	5.34	15.78	66.18	5.34	51.00	982.00	827.50	3.80	217.76
3.	5.00	4.76	1203.00	1216.00	693.00	523.00		2.41	10.40	83.89	5.71	16.11	64.56	5.71	59.00	765.84	796.48		
Rata-Rata	5.00	4.76	1129.2	1156.50	662.33		2.30	2.41	10.53	84.91	4.56	15.09	69.78	4.56	86.00			3.23	246.59
	100	10000	1000	1,000	962.33	494.17	2.28	2.41	10.46	84.34	5.20	15.66	66.84	5.20	58.67	858.71	822.44	4.80	171.34
1.	5.50	5.21	1131.00	12000000	12364000		1000000	100000	1	487.697		10000	00.04	0.20	30.07	761.52	815.47	3.94	211.90
2.	5.50			1163.50	666.00	497.50	2.27	2.40	11.39	83.52	5.09	20.00	44.000	2000	2500000	2000	2040000		10000000
		5.21	1107.00	1123.50	634.00	489.50	2.26	2.40	11.33	83.09		10.48	09.14	5.09	52.00	674.96	701.98	2.90	242.06
Martin Mark	5,50	5.21	1203.50	1228.00	705.00	523.00	2.30	2.40	11.53		5.58	16.91	67.00	5.58	53.00	687.96	749,88	3.20	234.34
Rata-Rata	5.50	5.21	1147.17	1171.67	668.33	503.33	2.28			84.54	3.93	15.46	74.61	3.93	65.00	843.73	1004.03	3.60	278.90
						200.00	2.20	2.40	11.42	83.72	4.86	16.28	70.25	4.86	56.67	735.56	818.63	3.23	
1.	6.00	5.68	1127.00	1185.00	672.00										7000	130.00	010.02	3.23	251,77
2.	6.00	5.66	1158.00	1190.00		493.00	2.29	2.38	12:44	83.50	3.97	16.41	75.80	3.97	20.00				12211222
3.	6.00	5.66	1172.00		675.00	515.00	2.25	2.38	12.24	82.22	5.54	17.78	68.81		73.00	947.57	1032.85	3.00	344.28
Rate-Rate	6.00	5.66		1190.00	675.00	515.00	2.28	2.38	12.38	83.21	4.40	16.79		5.54	60.00	778.82	778.82	2.90	268.66
Section Sections 1	0.60	3.00	1152.33	1181.67	674.00	507.67	2.27	2.38	12.35	83.01	4.54		73.77	4.40	68.00	882.67	882.67	3.40	259.61
4	1120 231	1020-201		1,000	12000		173975	-	18.00	0.003	4.04	16.99	72.80	4.64	67.00	869.69	898.11	3.10	290.82
14	6.50	6.10	1125.50	1150.50	656.00	494.50	2.28	0.00	10000	12.722	2000	10000			-1000 A TH				400.00
2.	6.50	6.10	1120.50	1144.50	654.00	490.50		2.37	13.35	82.83	3.81	17,17	77.80	3.81	54.00	700.94	754.03	4.30	ATTENDED.
3.	6.50	6.10	1146.00	1160.50	064.00		2.28	2.37	13.40	83.14	3.46	16.86	79.49	3.46	67.00	869.69			177.68
Rata-Rata	6.50	6.10	1130.67	1151.83	658.00	496,50	2.31	2.37	13.54	84.00	2.45	16.00	84.66	2.45			947.96	5.20	182.30
				1101.00	606,00	493.83	2.29	2.37	13.43	83.33	3.24	16.67	80.65	3.24	55,50	720.41	749.23	5.10	146.91
	7.00	6.54									2000	10.01	110.00	3.24	58.83	763.68	820.40	4.87	168.96
20			1138.50	1170.00	672.00	498.00	2.28	2.35	14.35	82.67	200								
2	7.00	6.54	1142.35	1177.50	680.00	497.50	2.30	2.35	3-2,000		2.98	17.33	82.81	2.98	56.50	733.39	762.73	5.70	133.81
4.	7.00	6.54	1138.80	1180.00	682.00	498.00	2.29		14.44	83.18	2.38	16.82	85.84	2.36	60.00	778.82	809.98	5.10	158.82
Rata-Rata	7.00	6.54	1139.22	1175.83	678.00	497.83		2.35	14,38	82.84	2.78	17.16	83.78	2.78	51.00	562.00	688.48	5.50	
-			-		77.0.00	997.63	2.29	2.35	14.39	82.89	2.72	17.11	84.14	2.72	55.83	724.74	753,73	5.43	125.18

Mengetahui Kepala Laboratorium

Samsul Plin, S.T., M.T. NIP. 197208092000031002 Bengkulu, September 2014 Dikerjakan Laboran



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

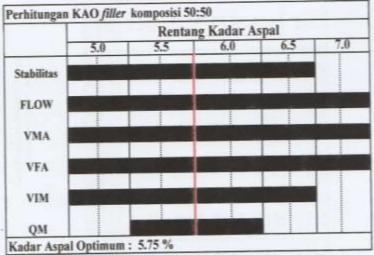
Lampiran 20

GRAFIK PENGUJIAN MARSHALL TAHAP 1 KOMPOSISI FILLER 50:50

Rekapitulasi Rata-rata Pengujian Marshall

Kadar Aspal	VMA %	VFA %	VIM %	FLOW mm	Stabilitas Kg	MQ Kg/mm
5.00	15.663	66.836	5.204	3.943	815.472	211.897
5.50	16.284	70.250	4.864	3.233	818.631	251.766
6.00	16.992	72.795	4.640	3.100	898.114	290.817
6.50	16.675	80.648	3.241	4.867	820.405	168.963
7.00	17.107	84.144	2.715	5.433	753.729	139.270
Spesifikasi	Min 14%	Min 63%	3-5%	Min. 3 mm	Min 800 Kg	Min 250 Kg/mm

GRAFIK MENCARI KAO



Mengetahui

Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP, 197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,

Advanty Esentia NPM. G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Hasil Pengujian Marshall Tahap I Komposisi Filler 0: 100

Diketahui

Berat Jenis Bulk Agregat : Berat Jenis Aspal : 2.58 1.040224 Angka Kalibrasi: 12.9804

No.	Aspal thdp agregat	Aspel thdp campuran	Berat kering	Berat jenuh	Berat dalam air	565	Berat Isi benda uji	Berst jenis maks teoritis	(b x g)/ Bj. aspal	(100 - b)g / Bj. Agregat	Jmih Kand rongga	VMA	VFA	VIM	Pembacaan dial	Stabilitas	Koreksi stabilitas	Flow	QM
Ren to	(%)	(%)	(gram)	(gram)	(gram)	(ml)					(%)	(%)	(%)	(%)		(Kg)	(Kg)	mm	(Kg/mm
-		b	6	d		-	9	h	1	1	fit.	113	m	n	0	р	q	r	1.
3.	5.00	4.76	1049.65	1126.50	655.00	471.50	2.23	2.41	10.19	82.18	7.63	17.82	57.18	7.63	64.00	830.75	947.05	2.02	224 22
2.	5.00	4.78	1036.50	1109,50	640.00	469.50	2.21	2.41	10:11	81.49	8.40	18.51	54.61	8.40	55.00	713.92	849.57	3.03	324.33 280.39
200	5.00	4.78	1012.00	1124.00	655.00	469.00	2.16	2.41	9.88	79.65	10.47	20.35	48.55	10.47	59.00	765.84	911.35	2.90	305.82
Rata-Rata	5.00	4.76	1032.7	1120.00	650.00	470,00	2.20	2.41	10.06	81.11	8.83	18.89	53.45	0.03	59.33	770.17	902.66	2.98	303.51
1.	5.50	5.21	1029.65	1111.00	650.00	451.00	2.23	2.40	11.19	82.06	6.75	17.94	62.39	6.75	72.00	934.59	1112.16	5.15	215.95
2.	5.50	5.21	1090.40	1149.00	672.00	477.00	2.29	2.40	11.49	84.21	4.30	15.79	72.78	4.30	64.00	830.75	947.05	3.74	253.22
3.	5.50	5.21	1012.50	1085.50	620.00	465.50	2.18	2.40	10.90	79.91	9.19	20.09	54.26	9.19	65.00	B43.73	1004.03	4.05	247,91
Rata-Rata	5.50	5.21	1045.18	1115.17	647.33	467.63	2.23	2.40	11.19	82.06	6.75	17.94	63.14	6.75	67.00	869.69	1021.06	4.31	239.03
t.	6.00	5.66	1128.50	1199.50	700.00	499.50	2.26	2.38	12.29	82.61	5.09	17.39	70.70	5.09	76.00	986,61	1025.97	4.00	040.00
2.	6.00	5.66	1069.50	1122.50	648.00	474.50	2.25	2.38	12.26	82.42	5.32	17.58	89.76	5.32	81.00	1051.41	1198.61	4.68 3.82	219.22
3.	6.00	5.66	1100.00	1170.00	00.080	490.00	2.24	2.38	12.22	82.09	5.70	17.91	68.19	5.70	72.00	934.59	1018.70	3.19	319.34
Rata-Rata	6.00	5.66	1099.33	1164.00	676.00	488.00	2.25	2.38	12.26	82.37	5.37	17.63	69.55	5.37	76.33	990.84	1081.08	3.90	284.11
1.	6,50	6.10	1110.00	1155.00	688.00	487.00	2.26	2.37	13.37	82.95	3.68	17.05	78.44	3.66	66.00	856.71	933.81	4.81	194.14
2.	6.50	6.10	1255.00	1215.50	668.00	547.50	2.29	2.37	13.45	83.42	3.13	16.58	81.14	3.13	83.00	1077.37	958.86	4.32	221.96
3.	6.50	6.10	1103.50	1149.00	668.00	481.00	2.29	2.37	13.46	83.40	3.04	16.51	81.55	3,04	69.00	895.65	1021.04	3.04	335.87
Rata-Rata	6.50	6.10	1156.17	1173.17	668.00	505.17	2.29	2.37	13.43	83.29	3.28	16.71	80.38	3.28	72.67	943.24	971.24	4.06	250.66
1:	7.00	6.54	1067.50	1073.50	603.00	470.50	2.27	2.35	14.27	82.19	3.54	17.81	80.11	3.54	59.00	765.84	765.84	4.58	167.21
2.	7.00	6.54	1138.00	1147.00	656.00	491.00	2.32	2.35	14.58	83.96	1.47	18.04	90.88	1.47	71.00	921.51	1050.63	4.82	217.97
3.	7.00	6.54	1076.50	1081.00	615.00	466.00	2.31	2.35	14.53	83.68	1.79	16.32	89.02	1.79	53.00	687.96	715.48	4.17	171.58
Rata-Rata	7.00	6.54	1094.00	1100.50	624.67	475.83	2.30	2.35	14.46	83,27	2.27	16.73	86.66	2.27	61.00	791.80	843.99	4.52	185.59



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 22

GRAFIK PENGUJIAN MARSHALL TAHAP 1 KOMPOSISI FILLER 0:100

Rekapitulasi Rata-rata Pengujian Marshall

Kadar Aspal	VMA %	VFA %	VIM %	FLOW mm	Stabilitas Kg	MQ Kg/mm
5.00	18.892	53.445	8.834	2.977	902.657	303.514
5.50	17.939	63.141	6.745	4.313	1021.082	239.028
6.00	17.628	69.549	5.370	3.897	1081.094	284.113
6.50	16.710	80.377	3.282	4.057	971.237	250.655
7.00	16.725	86.663	2.267	4.523	843.986	185.589
Spesifikasi	Min 14%.	Min 63%.	3-5%	Min. 3 mm	Min 800 Kg	Min 250 kg/mm

Grafik Mencari Kao

		Rent	ang Kadai	Aspal	
	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
Stabilitas					
FLOW					
VMA					
VFA					
VIM					
QM				- 1	

Mengetahui

Kepala Laboratorium,

Samsul Bahri, S.T., M.T NIP. 197208092000031002 Bengkulu, September 2014

Dikerjakan Laboran,

Advanty Esentia NPM. G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Tahap 2 (KAO)

Lampiran 23

Diketahui:

Berat Jenis Bulk Agregat: Bernt Jenis Aspal: Angka Kalibrasi:

2.58

1.04022 12.9804

No. 31	Aspal thdp agregat	Aspal thdp campuran	Bernt kering	Berat jenuh	Berat dalam air	ini	Berat Isi benda uji	Berat jenis maks teoritis	A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH	(100 - b)g / Bj. Agregat	Jmih Kand rooggu	VMA	VFA	VIM	Pembacaan dial	Stabilitas	Koreksi stabilitas	Flow	QM (Kg/mm)
	(%)	(%)	(gram)	(gram)	(grum)	(ml)	-	-			(%)	(%)	(%)	(%)		(Kg)	(Kg)	mm	
Filler 100:0	-			d	- 1	-	8	h	1	i	k.		111	11	.0	p	Q	r	5
1.	0.00	5.66	1124.500	1148,000	643,000	505.00	2.23	2.38	12.12	81.42	6.46	18.58	65.22	6.46	53.00	1000	1001		
2.	6.00	5.66	1124.500	1140,000	652,800	488.00	2.30	2.38	12.54	84.26	3.20	15.74	79.66	3.20	10077/2017	687.96	715.48	3.18	224.99
3.	6.00	5.66	1072.000	1082,500	620,000	462.50	2.32	2.38	12.61	84.75	2.63	15.25	100 3225371.4	100000	65.00	843.73	919.66	2.78	330.81
Rata-Rata	6.00	5.66	1107,00	1123.50	638.33	485,17	2.28	2.38	12.42	234500000		2000	82.72	2.63	58.00	752.86	895.91	3.70	242.14
Filler 50:50					111111111111111111111111111111111111111	400,11		4,00	12.42	83,48	4.10	16.52	75.87	4.10	58.67	761.52	843.68	3.22	265.98
1.	5.75	5.44	1130.0	1162.5	624	500.80	2.26	2.39	11.79	82.70	5.50	17.30	68.18	5.50	56.00	704.00	Tet 00		
2.	5.75	5.44	1104.0	1134.5	638	480.40	2.30	2.30	12.01	84.23	3.76	15.77	76.17	ALL DESCRIPTION OF THE PERSON NAMED IN	200000000000000000000000000000000000000	726.90	755.98	2.68	282.08
3.	5.75	5.44	1145.0	1165.0	642	502.00	2.28	2.39	11.02	83.60	4.48	17.500 (19.50)		3.76	60.50	785.31	855,99	4.10	208.78
Rata-Rata	5,75	5.44	1126.33	1154.00	634.67	494,40	2.28	2.39	11.91	83.51		16.40	72.69	4.48	76.00	986.51	947.05	3.60	263.07
Filler 0:100						10.000	0.07	And C	41.71	93.21	4.58	16,49	72,35	4,58	64.17	R32.91	853.01	3.46	251.31
L	6.50	6.10	1075.5	1084.5	603	471.80	2.28	2.37	13.37	82.96	2.60	170							
2	6.50	5.10	1148.0	1159.5	645	504.50	2.28	2.37	10/2/97///	10000000	3.66	17.0	78.50	3.66	68.00	882.67	962.11	3.24	296.95
3.	6.50	6.10	1089.0	1107.0	603	470.50	2.31	2.37	13.35	82.82	3.83	17.18	77.69	3.83	74.00	960.55	960.55	3.65	261.02
Rata-Rata	6.50	6.10	1104.17	1117.00	616,33	0637777090	7777	CH.C.	13.58	84.24	2.18	15,76	86.15	2.18	66.00	856.71	856.71	4.15	206.44
			1104117	111/100	010.33	482.27	2.29	2.37	13.44	53.34	3.23	16.66	80.78	3.23	69.33	899,97	926.45	3.69	254.80

Mengetahui Kepala Laboratorium,

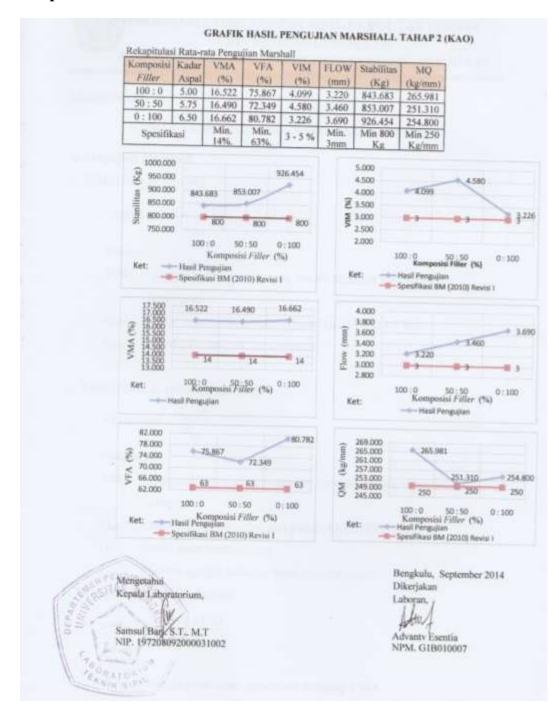
NIP. 197208092000031002

Bengkulu. September 2014 Dikerjakan Laborary Advanty Esentia NPM, G1B010007



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 24



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon: (0736) 344087,21170-227

Lampiran 25

RUMUS YANG DIGUNAKAN SELAMA PENELITIAN

A. Pengujian Marshall

1. VIM (Voids In Mixture)

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

Dimana:

VIM = rongga di dalam campuran, persen terhadap volume total

campuran

 G_{mb} = berat jenis curah campuran padat (AASHTO T-166)

G_{mm} = berat jenis maksimum campuran

2. VMA (Voids In Mineral Aggregat)

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}xP_s}{G_{sb}}$$

Dimana:

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen terhadap volume total campuran

G_{mb} = berat jenis curah campuran padat (AASHTO T-166)

 G_{sb} = berat jenis curah agregat

 P_s = persen agregat terhadap berat total campuran

3. VFA (Voids Filled By Asphalt)

$$VFA = 100x \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

Dimana:



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

VFA = rongga terisi aspal, persentase terhadap VMA

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen terhadap volume total

Campuran

VIM = rongga didalam campuran, persen terhadap volume total

Campuran

4.
$$MQ = \frac{Stabilitas}{Elow}$$

B. Pengujian Bahan Campuran

1. Berat Jenis Aspal

$$\delta = \frac{(C-A)_s}{(B-A)-(D-C)}$$

Dimana:

 δ = berat jenis aspal

A = berat piknometer (dengan penutup) (gram)

B = berat piknometer berisi air (gram)

C = berat piknometer berisi aspal (gram)

D = berat piknometer berisi airaspal dan air (gram)

2. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

a. Berat jenis curah kering

Berat Jenis Curah Kering =
$$\frac{A}{(B-C)}$$

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

C = berat benda uji dalam air (gram)

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BENGKULU

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

b. Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)

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

Dimana:

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

C = berat benda uji dalam air (gram)

c. Berat jenis semu

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

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

C = berat benda uji dalam air (gram)

d. Penyerapan air

Penyerapan air =
$$\left[\frac{B-A}{A}\right] x 100\%$$

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram)

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

a. Berat jenis curah kering

Berat Jenis Curah Kering =
$$\frac{A}{(B+S-C)}$$

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer yang berisi air (gram)

C = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon: (0736) 344087,21170-227

- S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)
- b. Berat jenis curah (kondisi jenuh kering permukaan)

Berat jenis curah (kondisi jenuh kering permukaan)= $\frac{S}{(B+S-C)}$

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer yang berisi air (gram)

C = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

c. Berat jenis semu

Berat jenis semu =
$$\frac{A}{(B+A-C)}$$

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer yang berisi air (gram)

C = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)

d. Penyerapan air

Penyerapan air =
$$\left[\frac{S-A}{A}\right] x 100\%$$

Dimana:

A = berat benda uji kering oven (gram)

S = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

4. Penentuan Berat Isi Agregat

a. Agregat dalam keadaan kering oven

$$M = \frac{(G-T)}{V}$$

Dimana:

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven (kg/m³)

G = berat agregat dan penakar (kg)

T = berat penakar (kg)

 $V = Volume penakar (m^3)$

b. Agregat dalam keadaan kering permukaan

$$M_{SSD} = M[1 + (A/100)]$$

Dimana:

 M_{SSD} = Berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan (kg/m³)

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven (kg/m³)

A = Absorpsi (%)

5. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles

Perhitungan untuk pemeriksaan keausan agregat kasar dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$Keausan = \left\lceil \frac{a-b}{a} \right\rceil x 100\%$$

Dimana:

a = berat benda uji semula (gram)

b = berat benda uji tertahan saringan No. 12 (1,70 mm) (gram)

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 26

RINCIAN PERHITUNGAN HASIL PENGUJIAN MARSHALL TAHAP 2 (KAO)

Diketahui:

Berat jenis bulk agregat = 2,58

Berat jenis aspal = 1,0402

Angka Kalibrasi alat (ditetapkan) = 12,9804

Kadar aspal = 5,75 %

Berat Total Agregat+filler = 1200 gr

Komposisi Filler 50:50 sampel 1

Aspal Terhadap Campuran (**b**) $= \frac{1200 \times 5,75 \%}{1200 + (1200 \times 5,75\%)} \times 100 = 5,44 \%$

Berat kering (c) = 1130 gr

Berat jenuh (\mathbf{d}) = 1162 gr

Berat dalam air (e) = 624 gr

Isi (f) = d-e = 500.8 gr

Berat isi benda uji (g) = c/f = 2,26

Berat jenis maks teoritis (**h**) $= \frac{100}{\left(\frac{100-b}{berat \ jenis \ bulk \ agregat}\right) + \left(\frac{b}{berat \ jenis \ aspal}\right)}$

$$=\frac{100}{\left(\frac{100-544}{2,58}\right)+\left(\frac{5,44}{1,0402}\right)}=2,39$$

Berat jenis aspal (i) $= \frac{b \times g}{berat jenis aspal}$

$$=\frac{5,44\times2,26}{1,0402}$$
 = 11,79

Berat jenis agregat (j) $= \frac{(100-b)\times g}{berat \ jenis \ bulk \ agregat}$

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

$$=\frac{(100-5,44)\times 2,26}{2,58} = 82,70$$

Jumlah kadar rongga (\mathbf{k}) = $100 - \mathbf{i} - \mathbf{j}$

= 100 - 11,79 - 82,70

= 5,50 %

VMA (1) = 100 - j

=100-82,70

= 17,30 %

VFA (**m**) $= \frac{100 - i}{l} = \frac{100 - 11,79}{17,30} = 68,18 \%$

VIM (n) = $100 - (100 \times \frac{g}{h})$

= 100 - $(100 \times (\frac{2,26}{2.39}))$ = 5,5 %

Pembacaan dial Marshall (\mathbf{o}) = 56 div

Angka koreksi benda uji = 1,09

Stabilitas (**p**) = o x angka kalibrasi alat Marshall

 $= 56 \times 12,9804$

= 726,90 kg

Stabilitas Koreksi (q) = p x angka koreksi benda uji

 $= 726,90 \times 1,09$

= 726,90 kg

Flow (r) = 2,68 mm (hasil bacaan alat Marshall test)

MQ(s) = q/r

= 726,90/2,68

= 282,68 kg/mm

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon: (0736) 344087,21170-227

Lampiran 27 Perhitungan Nilai Ekonomis Penelitian

Rincian biaya produksi yang dikeluarkan untuk pembuatan bahan alternatif berupa serbuk batu bata dan abu cangkang lokan adalah sebagai berikut:

1 ton *hotmix* = 1000 kg maka *filler* yang dibutuhkan = 1000 kg x 3% = 30 kg

- 1. Biaya produksi campuran dengan filler normal
 - Aspal (5 kg x Rp 15.000,-)

Rp 75.000,-

- 1 sak semen *portland*

<u>Rp 75.000,-</u> +

Rp 150.000,-

- 2. Biaya produksi campuran dengan *filler* pengganti alternatif
 - a. Biaya produksi 8 kg serbuk batu bata (SBB)

- Akomodasi

Rp 16.000,-

- Tenaga kerja (3 orang x Rp 50.000,- x 2 hari)

Rp 300.000,- +

Rp 316.000,-

Biaya produksi 1 kg serbuk batu bata (SBB)

= Rp 316.000, -: 8 kg

= Rp 39.500, -/kg

b. Biaya produksi 12 kg abu cangkang lokan (ACL)

Akomodasi

Rp 16.000,-

- Tenaga kerja (4 orang x Rp 50.000,- x 3 hari)

Rp 600.000,-

- Minyak Tanah (2 liter x Rp 12.000,- x 3 hari)

Rp 72.000,-+

Rp 688.000,

Biaya produksi 1 kg abu cangkang lokan (ACL)



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

= Rp 688.000,-: 12 kg

= Rp 57.500,-/kg

filler 60% ACL = 60% x 30 kg = 18 kg x Rp 57.500,-= Rp 1.035.000,-

filler 40% SBB = 40% x 30 kg = 12 kg x Rp 39.500,- = $\frac{\text{Rp } 474.000,-}{\text{Pp } 474.000,-}$ +

Rp 1.509.000,-



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

Lampiran 28 Dokumentasi

PERRSIAPAN BAHAN



Penyaringan Agregat Sesuai Gradasi



Penimbangan Agregat Sesuai Gradasi



Pemisahan Material Sesuai Gradasi

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227

UJI FISIS BAHAN CAMPURAN



Uji Fisis Agregat



Uji Fisis *Filler*



Uji Fisis Aspal **PENGUJIAN MARSHALL**



Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38371 A Telepon : (0736) 344087,21170-227



Persiapan Pencampuran



Perendaman Benda Uji



Pengujian Marshall