

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh penggunaan abu vulkanik gunung kelud dalam campuran beton aspal yang dilakukan di Laboratorium Transportasi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sifat-sifat campuran berdasarkan karakteristik *Marshall* :
 - a. Nilai *density* dengan penambahan abu vulkanik cenderung mengalami penurunan akan tetapi jika dilihat dari penambahan kadar aspalnya nilai *density* cenderung mengalami peningkatan pada kisaran kadar aspal 5.5% - 6% setelah itu mengalami penurunan, hal ini disebabkan kebutuhan aspal yang sudah cukup menjadi berlebihan sehingga briket menjadi lunak. Nilai *density* terendah ada pada kadar aspal 5.5% dan 7% dengan variasi perbandingan 0A : 4AV yaitu 2.15, sedangkan nilai *density* tertinggi ada pada kadar aspal 6% dengan variasi perbandingan 4A : 0AV yaitu 2.25.
 - b. Peningkatan nilai VFWA terjadi seiring penambahan kadar aspal, hal ini terjadi karena aspal mampu bercampur dengan cukup baik pada agregat sehingga agregat dapat terselimuti dengan baik, akan tetapi beda halnya dengan seiring penambahan abu vulkanik nilai VFWA cenderung menurun. Nilai VFWA terbesar adalah 79.48 pada campuran dengan

kadar aspal 7% dan variasi perbandingan 1A : 3AV, sedangkan nilai VFWA yang terendah adalah 53.97 pada campuran dengan kadar aspal 5.5% dan variasi perbandingan 0A : 4AV, dengan persyaratan nilai VFWA ≥ 65 .

- c. Nilai VITM dengan penambahan abu vulkanik cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan beton aspal normal, hal ini menunjukkan bahwa campuran yang menggunakan abu vulkanik tidak mampu bercampur aspal dengan baik sehingga tidak dapat mengisi rongga-rongga dalam campuran. Nilai tertinggi VITM terdapat pada kadar aspal 5.5% dengan variasi perbandingan 0A : 4AV dengan nilai 9.01% sedangkan nilai terendah ada pada kadar aspal 7% dengan variasi perbandingan 1A : 3AV yaitu 3.62%, dengan persyaratan nilai VITM adalah 3 – 5 (%).
- d. Nilai Stabilitas akan cenderung meningkat seiring dengan penambahan kadar aspal, namun penambahan kadar aspal yang melebihi 6.5% memiliki kecenderungan menurun. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan aspal suatu campuran apabila sudah berlebih beton aspal akan menjadi lebih lunak, dengan penambahan jumlah kadar aspal yang berlebih akan membuat lapisan menjadi lemah saat terkena beban lalu lintas dan akan mudah bergeser. Semakin meningkat kadar variasi perbandingan abu vulkanik maka nilai stabilitasnya cenderung menurun, kecuali pada variasi perbandingan 0A : 4AV. Pada variasi perbandingan 3A : 1AV, 2A : 2AV, 1A : 3AV, abu vulkanik gunung kelud belum mampu mengisi rongga yang ada dalam campuran, akibatnya bila mendapat beban lalu

- lintas perkerasan tersebut sedikit lemah untuk mempertahankan stabilitasnya sehingga nilai stabilitas menjadi menurun. Hal ini berbeda pada variasi perbandingan 0A : 4AV yang menunjukkan peningkatan nilai stabilitasnya dibandingkan dengan variasi perbandingan 3A : 1AV, 2A : 2AV, 1A : 3AV, sehingga perkerasan lentur ini cukup kuat untuk menerima beban lalu lintas, dengan persyaratan nilai stabilitas ≥ 550 (kg)
- e. Nilai kelelahan *palstis (flow)* mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar aspal dari 5.5% - 6% pada semua komposisi kecuali variasi 2A : 2AV cenderung menurun. Semakin bertambahnya kadar aspal dari 6% - 7% pada semua variasi perbandingan abu vulkanik, nilai *flow* cenderung meningkat. Hasil nilai *flow* dari penelitian ini berkisar 2.16 - 3.69. jadi semua nilai *flow* hasil penelitian ini memenuhi persyaratan petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton, SKBI-2.4.26.1987.
- f. Nilai QM campuran dengan penambahan kadar aspal 5.5% - 6.5% cenderung meningkat dan setelah itu mengalami penurunan. Hal ini disebabkan nilai stabilitas yang terlampau tinggi dan nilai *flow* yang rendah sehingga nilai QM terlampau tinggi begitu juga sebaliknya, jika nilai stabilitas yang rendah dengan nilai *flow* tinggi menghasilkan nilai QM yang rendah. Penambahan abu vulkanik gunung kelud menyebabkan kekakuan lapis keras meningkat, maka nilai QM mengalami penurunan yang hanya terjadi pada variasi perbandingan abu vulkanik 4A : 0AV – 3A : 1AV. Dari hasil penelitian tidak semua data yang memenuhi persyaratan. Nilai tertinggi pada QM adalah 571.08 dengan kadar aspal

6.5% pada variasi perbandingan abu vulkanik 0A : 4AV, sedangkan nilai terendah QM adalah 253.13 dengan kadar aspal 7% dan variasi 3A : 1AV. Nilai QM yang memenuhi syarat (200 – 350 kg/mm) kadar aspal 5.5%, 6%, 6.5%, 7% pada variasi 3A : 1AV, kadar aspal 5.5% dan 7% dengan variasi perbandingan abu vulkanik 2A : 2AV dan 1A : 3AV.

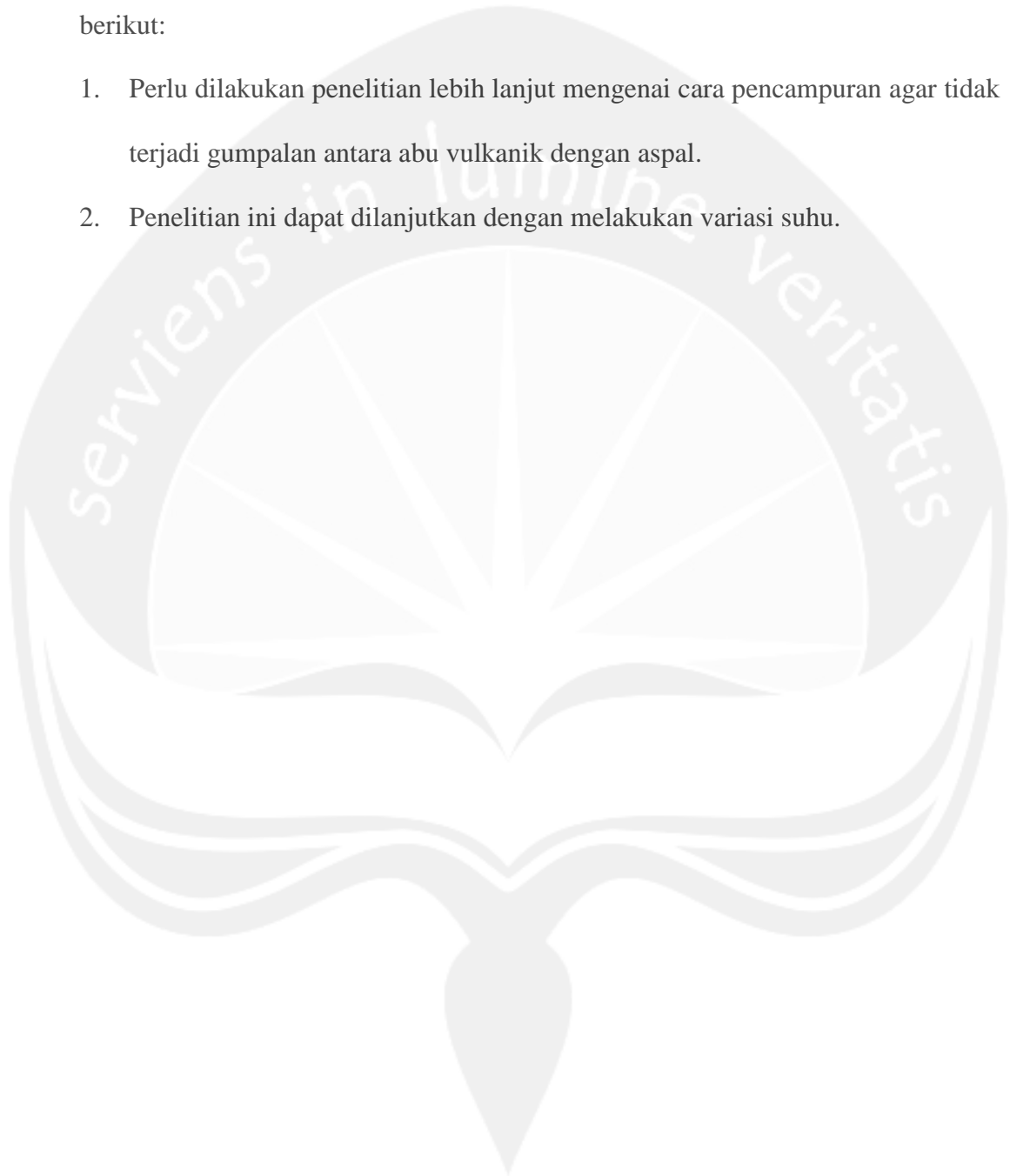
Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh kaeseluruhan penggunaan abu vulkanik dalam AC (*Asphalt Concrete*), semakin banyak penggunaan abu vulkanik density dan VITM mengalami peningkatan sedangkan untuk VFWA, Stabilitas, *Flow*, dan QM cenderung mengalami penurunan.

2. Kadar aspal optimum didapat pada campuran dengan kadar aspal 7% dengan variasi perbandingan abu vulkanik 3A : 1AV dan 1A : 3AV.

6.2 Saran

Setelah melaksanakan penelitian, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai cara pencampuran agar tidak terjadi gumpalan antara abu vulkanik dengan aspal.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan variasi suhu.



DAFTAR PUSTAKA

- Krebs, R.D., and Walker, R.D., 1971, *Highway Materials*, McGraw-Hill Company, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal (Laston)* SKBI-2.4.26., Dirjen Bina Marga, Jakarta.
- Anonim, 2001, *Petunjuk Praktikum Rekayasa Jalan Raya, Laboratorium Rekayasa Jalan Raya*, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*, No.13/PT/B/1983, Yayasan badan penerbit PU, Jakarta.
- Sukirman, S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit, Bandung.
- Febiyola, F., 2009, *Pengaruh Penggunaan Tailing Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Aspal*, Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kurniawan, J.Y., 2014, *Pengaruh Penambahan PVC Pada Beton Aspal*, Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Subono, V.P., 2011, *Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete (AC) dengan Bahan Pengisi (Filler) Abu Vulkanik Gunung Merapi*, Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.



LAMPIRAN



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 2 April 2014

Lampiran No : 1

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 10.50	Temperatur aspal : 145 ° C
	Selesai	pk. 11.20	
Contoh didinginkan pada suhu ruang	Mulai	pk. 11.30	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk. 12.00	
Contoh direndam pada suhu 25° C	Mulai	pk. 12.00	Pemeriksaan Penetrasi
	Selesai	pk. 13.00	
			Mulai pk. 13.05
			Selesai pk. 13.40

Penetrasi pada suhu 25° C Beban 100 gram, selama 5 detik	I	II	III
Pengamatan: 1	49	51	45
2	47	49	55
3	44	52	54
4	56	50	51
5	44	51	49
Rata-rata	48	50,6	50,8
Rata-rata Total	49,8		

Persyaratan Umum Jenis Penetrasi Aspal :

Jenis Aspal	PEN. 40		PEN. 60		PEN. 80	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Persyaratan Umum Aspal Keras	40	59	60	79	80	99

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 3 April 2014

Lampiran No : 2

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL
SETELAH KEHILANGAN BERAT

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai pkl. 10.00		Temperatur aspal : 145 ° C
	Selesai pkl. 11.30		
Contoh didiamkan pada suhu ruang	Mulai pkl. 11.30		Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai pkl. 12.00		
Contoh direndam pada suhu 25° C	Mulai pkl. 12.00		Pemeriksaan Penetrasi
	Selesai pkl. 13.00		
		Mulai pkl.13.05	Selesai pkl. 14.10

Penetrasi pada suhu 25° C Beban 100 gram, selama 5 dtk	I	II	III
Pengamatan: 1	46	41	44
2	50	54	46
3	45	46	46
4	49	43	42
5	50	45	42
Rata-rata	48	45	44
Rata-rata Total	45,667		

Persyaratan Umum Jenis Penetrasi Aspal :

Jenis Aspal	PEN. 40		PEN. 60		PEN. 80	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Persyaratan Umum Aspal Keras	40	59	60	79	80	99

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 3 April 2014

Lampiran No : 3

PEMERIKSAAN KEHILANGAN BERAT ASPAL

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 10.40	Temperatur pemanasan : 145 ° C
	Selesai	pk. 11.10	
Contoh direndam	Mulai	pk. 11.10	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk. 11.45	

P E M E R I K S A A N			
Kehilangan berat pada temperatur 163° C	Mulai	pk.	
	Selesai	pk.	
Nomor cawan	1	2	3
Berat cawan (A)	10,578	9,709	10,015
Berat cawan + contoh (B)	53,962	53,828	54,432
Berat contoh (C) = (B) - (A)	43,3840	44,1190	44,4170
Berat cawan + contoh setelah pemanasan (D)	53,922	53,786	54,390
Berat contoh setelah pemanasan (E) = (D) - (A)	43,3440	44,0770	44,3750
Berat yang hilang (F) = (C) - (E)	0,0400	0,0420	0,0420
% Kehilangan : $\frac{(F)}{(C)} \times 100\%$	0,0922	0,0952	0,0946
Rata-rata	0,0940		

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 2 April 2014

Lampiran No : 4

PEMERIKSAAN KELARUTAN ASPAL KERAS
DALAM CCl₄

PERSIAPAN			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 11.50	Temperatur pemanasan : 145 ° C
	Selesai	pk. 12.20	
Penimbangan contoh	Mulai	pk. 12.45	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk. 13.15	
Penyaringan contoh	Mulai	pk. 13.15	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk. 14.15	
Pengeringan contoh	Mulai	pk. 14.45	Temperatur pemanasan : 150 ° C
	Selesai	pk. 15.30	

PEMERIKSAAN			
A	No. Tabung <i>Erlenmeyer</i>	I	II
B	Berat Tabung <i>Erlenmeyer</i> kosong	176 gram	gram
C	Berat Tabung <i>Erlenmeyer</i> + aspal	177 gram	gram
D	Berat aspal (C - B)	1 gram	gram
E	Berat <i>Crusible</i> + serat	1,124 gram	gram
F	Berat <i>Crusible</i> + serat + endapan	1,125 gram	gram
G	Berat endapan	0,001 gram	gram
H	Persen endapan = $\frac{(G)}{(D)} \times 100 \%$	0,6356 %	%
I	Rata – rata	0,6356	%
J	Kelarutan aspal = 100 – (I)	99,3644	%

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 2 April 2014

Lampiran No : 5

PEMERIKSAAN DAKTILITAS

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 10.50	Temperatur pemanasan : 145 ° C
	Selesai	pk. 11.05	
Contoh didiamkan	Mulai	pk. 11.05	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk. 11.35	
Contoh direndam pada suhu 25° C	Mulai	pk. 11.35	Temperatur tetap : 25 ° C
	Selesai	pk. 12.35	

P E M E R I K S A A N			
Lama pemeriksaan	Mulai	pk. 12.35	Pembacaan Pengukuran pada Alat :
	Selesai	pk. 13.05	
Daktilitas pada suhu 25° C			
Pengamatan	> 100 cm	> 100 cm	cm
Rata - rata	100		cm

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 2 April 2014

Lampiran No : 6

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL KERAS

PENGAMATAN		
Contoh dipanaskan	Mulai pkl. 15.00 Selesai pkl. 15.30	Temperatur pemanasan : 145 ° C
Menentukan titik nyala	(sampai 56° C di bawah titik nyala)	
	Mulai pkl. 15.40	
	Selesai pkl. 15.55	
	(antara 56° C s.d. 26° C di bawah titik bakar)	
	Mulai pkl. 15.55	
	Selesai pkl. 16.10	

PEMERIKSAAN		
% di Bawah Titik Nyala	Waktu	Temperatur ° C
56	42,37	251
51	42,37	256
46	58,4	261
41	58,4	266
36	56,8	271
31	56,8	276
26	63,8	281
21	63,8	286
16	1'10"28	291
11	1'10"28	296
6	46,5	301
1	35,99	306

Titik Nyala	307 ° C
Titik Bakar	315 ° C

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 2 April 2014

Lampiran No : 7

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK

P E M E R I K S A A N				
No.	Pengamatan Temperatur		W a k t u (detik)	
	° C	° F	I	II
1.	5	41	-	
2.	10	50	-	
3.	15	59	-	
4.	20	68	1'17"73	
5.	25	77	1'27"73	
6.	30	89,6	3'14"09	
7.	35	95	4'02"79	
8.	40	104	4'41"91	
9.	45	113	5'29"92	
10.	50	122	6'21"39	
11.	55	131	6'27"92	
12.	60	140	6'45"86	

Hasil Pemeriksaan	Waktu (detik)	Titik Lembek (° C)
Pemeriksaan I		51 °C
Pemeriksaan II		53 °C
Rata - rata		52 °C

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 3 April 2014

Lampiran No : 8

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL KERAS

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk1. 14.00	Temperatur pemanasan : 145 ° C
	Selesai	pk1. 14.30	
Contoh didiamkan	Mulai	pk1. 14.30	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk1. 15.00	

P E M E R I K S A A N			
A	No. <i>Picnometer</i>	I	II
B	Berat <i>Picnometer</i>	31,844 gram	gram
C	Berat <i>Picnometer</i> + air penuh	82,509 gram	gram
D	Berat air (C - B)	50,6650 gram	gram
E	Berat <i>Picometer</i> + Aspal	32,844 gram	gram
F	Berat Aspal (E - B)	1 gram	gram
G	Berat <i>Picometer</i> + Aspal + air	82,569 gram	gram
H	Isi air (G - E)	49,7250 gram	gram
I	Isi contoh (D - H)	0,94 gram	gram
J	Berat jenis = $\frac{(F)}{(I)}$	1,0638	

Persyaratan Umum :

Berat jenis pada temperatur 25° C ; minimal = 1

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 9

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT (SE)
AGREGAT ABU VULKANIK GUNUNG KELUD

No.	Uraian	Nomor Contoh		
		I	II	III
1.	Tera tinggi tangkai penunjuk beban kedalam gelas ukur (dalam keadaan kosong)	-		
2.	Baca skala lumpur (Pembacaan skala permukaan lumpur lihat pada dinding gelas ukur)	3,8		
3.	Masukkan beban, baca skala beban pada tangkai penunjuk	-		
4.	Baca skala pasir Pembacaan (3) – Pembacaan (1)	3,2		
5.	Nilai SE = $\frac{(4)}{(2)} \times 100 \%$	84,2 %		

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 10

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT (SE)
AGREGAT ALAMI

No.	Uraian	Nomor Contoh		
		I	II	III
1.	Tera tinggi tangkai penunjuk beban kedalam gelas ukur (dalam keadaan kosong)	-		
2.	Baca skala lumpur (Pembacaan skala permukaan lumpur lihat pada dinding gelas ukur)	4,5		
3.	Masukkan beban, baca skala beban pada tangkai penunjuk	-		
4.	Baca skala pasir Pembacaan (3) – Pembacaan (1)	3,6		
5.	Nilai SE = $\frac{(4)}{(2)} \times 100 \%$	80 %		

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 11

PEMERIKSAAN SOUNDNESS TEST AGREGAT

AGREGAT KASAR		
Ukuran Fraksi (mm)		½ tertahan 3/8 = 200
Berat sebelum test = A	gram	100
Berat sesudah test = B	gram	100
% Kehilangan $C = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$		0
% Fraksi Tertahan = P		100 %
% Berat yang hilang $W = \frac{(C \times P)}{A}$		0

AGREGAT HALUS		
Ukuran Fraksi (mm)		30 tertahan 50 = 200
Berat sebelum test = A	gram	200
Berat sesudah test = B	gram	167
% Kehilangan $C = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$		16,5
% Fraksi Tertahan = P		83,5
% Berat yang hilang $W = \frac{(C \times P)}{A}$		6,8888

Keterangan : Agregat Kasar Ex : 0 %
Agregat Halus Ex : 6,8888 %

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 12

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT
DENGAN MESIN LOS ANGELES**

GRADASI SARINGAN		NOMOR CONTOH	
		I	
LOLOS	TERTAHAN	BERAT MASING-MASING AGREGAT	
3/4	1/2	2500	gram
1/2	3/8	2500	gram

NOMOR CONTOH		I	
BERAT SEBELUMNYA (A)	5000	gram	
BERAT SESUDAH DIAYAK SARINGAN NO.12 (B)	3096	gram	
BERAT SESUDAH (A)-(B)	1904	gram	
$KEAUSAN = \frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$		38,08	%

UKURAN SARINGAN		BERAT AGREGAT			
LOLOS	TERTAHAN	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250	-	-	-
1"	3/4"	1250	-	-	-
3/4"	1/2"	1250	2500	-	-
1/2"	3/8"	1250	2500	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500	-
1/4"	No. 4	-	-	2500	-
No. 4	No. 8	-	-	-	5000
TOTAL		5000	5000	5000	5000
JUMLAH BOLA BAJA		12	11	8	6

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 13

ANALISA SARING AGREGAT KASAR

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	Σ B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4" (19,1 mm)	558	577	19	19	1,9	98,1
1/2" (12,7 mm)	461	1120	659	678	67,8	32,2
3/8" (9,52mm)	546	843	297	975	97,5	2,5
No.4(4,75 mm)	415	430	15	990	99,0	1
No.8(2,36 mm)	328	329	1	991	99,1	0,9
No.30(0,60mm)	294	295	1	992	99,2	0,8
No.50(0,30mm)	293	294	1	993	99,3	0,7
No.100(0,15mm)	286	287	1	994	99,4	0,6
No.200(0,75mm)	339	341	2	996	99,6	0,4
PAN	376	380	4	1000	100	0

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 14

ANALISA SARING AGREGAT SEDANG

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	Σ B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4" (19,1 mm)	558	558	0	0	0	100
1/2" (12,7 mm)	461	463	2	2	0,2	99,8
3/8" (9,52mm)	546	718	172	174	17,4	82,6
No.4(4,75 mm)	415	845	430	604	60,4	39,6
No.8(2,36 mm)	328	515	187	791	79,1	20,9
No.30(0,60mm)	294	418	124	915	91,5	8,5
No.50(0,30mm)	293	317	24	939	93,9	6,1
No.100(0,15mm)	286	316	30	969	96,9	3,1
No.200(0,75mm)	338	360	22	991	99,1	0,9
PAN	376	385	9	1000	100	0

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 5 April 2014

Lampiran No : 15

ANALISA SARING AGREGAT HALUS ALAMI

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	Σ B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4" (19,1 mm)	574	574	0	0	0	100
1/2" (12,7 mm)	461	461	0	0	0	100
3/8" (9,52mm)	546	546	0	0	0	100
No.4(4,75 mm)	415	417	2	2	0,2	99,8
No.8(2,36 mm)	328	637	309	311	31,1	68,9
No.30(0,60mm)	294	683	389	700	70	30
No.50(0,30mm)	294	379	85	785	78,5	21,5
No.100(0,15mm)	286	389	103	888	88,8	11,2
No.200(0,75mm)	339	404	65	953	95,3	4,7
PAN	377	424	47	1000	100	0

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 6 April 2014

Lampiran No : 16

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	992
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1010
C	Berat Contoh Dalam Air	610
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,4800
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,5250
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,5969
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	1,8145

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : 2,3 – 2,6

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 6 April 2014

Lampiran No : 17

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500
B	Berat Contoh Kering	492
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	681
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	979
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,47
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,44
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,54
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,63

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis :

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Putu Reza B.P. / 13500

Tanggal : 6 April 2014

Lampiran No : 18

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS ABU VULKANIK GUNUNG
KELUD

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500
B	Berat Contoh Kering	488
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	717
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	1027
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,6316
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,5684
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,7416
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	2,4590

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis :

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan Marshall Test dengan Perbandingan (4A : 0AV)

Dikerjakan : Putu Reza B.P / 13500

Tgl Pemeriksaan : 15 April 2014

Lampiran No : 19

HASIL PEMERIKSAAN UJI LABORATORIUM

No.	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g ($\frac{gr}{cc}$)	h ($\frac{gr}{c}$)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	QM
1	71.89	5.5	5.21	1220	1235	670	565	2.16	2,37	10,58	80,63	8,79	19,37	54,62	8,79	287	1271,21	1093,24	3,04	
2	72.39	5.5	5.21	1216	1236	710	526	2.31	2,37	11,33	86,32	2,35	13,68	82,82	2,35	319	1404,02	1347,86	3,13	
								2.24						68,72	5,57			1220,55	3,09	395
3	72.08	6	5.66	1242	1268	723	545	2.28	2,35	12,13	84,69	3,18	15,31	79,21	3,18	311	1371,48	1275,48	2,58	
4	72.19	6	5.66	1245	1261	700	561	2.22	2,35	11,81	82,48	5,72	17,52	67,38	5,72	344	1505,70	1294,90	3,09	
								2.25						73,30	4,45			1285,19	2,84	452,53
5	74.24	6.5	6.10	1237	1242	684	558	2.22	2,34	12,72	82,00	5,28	18,00	70,66	5,28	313	1379,62	1227,86	2,25	
6	71.61	6.5	6.10	1243	1258	708	550	2.26	2,34	12,97	83,60	3,44	16,40	79,04	3,44	357	1559,46	1387,92	3,09	
								2.24						74,85	4,36			1307,89	2,67	489,85
7	70.36	7	6.54	1237	1260	702	558	2.22	2,33	13,63	81,62	4,75	18,38	74,16	4,75	264	1172,96	1043,93	3,20	
8	71.16	7	6.54	1241	1254	704	550	2.26	2,33	13,88	83,07	3,05	16,93	81,96	3,05	294	1301,11	1157,99	2,94	
								2.24	2,37					78,06	3,90			1100,96	3,07	358,62

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan Marshall Test dengan Perbandingan (3A : 1AV)

Dikerjakan : Putu Reza B.P / 13500

Tgl Pemeriksaan : 15 April 2014

Lampiran No : 20

HASIL PEMERIKSAAN UJI LABORATORIUM

No.	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g ($\frac{gr}{cc}$)	h ($\frac{gr}{c}$)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	QM
1	73,45	5.5	5,21	1283	1291	710,50	580,50	2,21	2,37	10,83	82,53	6,64	17,47	61,99	6,64	278	1232,77	1023,20	3,85	
2	73,28	5.5	5,21	1270	1286	711,00	575,00	2,21	2,37	10,82	82,47	6,70	17,53	61,75	6,70	293	1296,84	1076,38	3,53	
								2,21						61,87	6,67			1049,79	3,69	284,50
3	71,00	6	5,66	1260	1267	706,00	561,00	2,25	2,35	11,95	83,47	4,58	16,53	72,29	4,58	273	1211,41	1041,81	3,75	
4	73,53	6	5,66	1273	1287	710,10	576,90	2,21	2,35	11,74	82,01	6,25	17,99	65,25	6,25	306	1531,15	1270,85	3,45	
								2,23						68,77	5,42			1156,33	3,60	321,20
5	72,43	6.5	6,10	1247	1260	693,10	566,90	2,20	2,34	12,62	81,36	6,02	18,64	67,72	6,02	299	1322,47	1137,32	3,75	
6	72,91	6.5	6,10	1259	1271	704,50	566,50	2,22	2,34	12,75	82,21	5,04	17,79	71,65	5,04	274	1215,68	1045,48	3,60	
								2,21						69,69	5,53			1091,40	3,68	296,58
7	71,46	7	6,54	1253	1263	704,50	558,50	2,24	2,33	13,80	82,60	3,61	17,40	79,28	3,61	244	1084,86	965,53	4,00	
8	73,76	7	6,54	1250	1267	699,50	567,50	2,20	2,33	13,55	81,09	5,36	18,91	71,64	5,36	239	1061,28	912,70	3,41	
								2,22						75,46	4,48			939,12	3,71	253,13

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan Marshall Test dengan Perbandingan (2A : 2AV)

Dikerjakan : Putu Reza B.P / 13500

Tgl Pemeriksaan : 15 April 2014

Lampiran No : 21

HASIL PEMERIKSAAN UJI LABORATORIUM

No.	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g ($\frac{gr}{cc}$)	h ($\frac{gr}{c}$)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	QM
1	72,05	5.5	5,21	1253	1259	687,00	572,00	2,19	2,37	10,74	81,79	7,47	18,21	58,97	7,47	275	1219,95	1049,16	3,35	
2	74,22	5.5	5,21	1240	1251	666,20	584,80	2,12	2,37	10,39	79,17	10,43	20,83	49,90	10,43	291	1288,30	1069,29	3,26	
								2,16						54,43	8,95			1059,23	3,31	320,01
3	73,76	6	5,66	1268	1278	694,20	583,80	2,17	2,35	11,56	80,72	7,72	19,28	59,94	7,72	342	1497,56	1242,97	3,55	
4	73,12	6	5,66	1268	1276	699,20	576,80	2,20	2,35	11,70	81,70	6,60	18,30	63,91	6,60	297	1313,93	1090,56	3,10	
								2,19						61,92	7,16			1166,77	3,33	350,38
5	72,76	6.5	6,10	1266	1275	702,30	572,70	2,21	2,34	12,68	81,77	5,55	18,23	69,56	5,55	300	1326,75	1141,00	3,40	
6	73,18	6.5	6,10	1255	1263	687,20	575,80	2,18	2,34	12,50	80,62	6,87	19,38	64,53	6,87	291	1288,30	1069,29	2,60	
								2,20						67,04	6,21			1105,15	3,00	368,38
7	73,05	7	6,54	1265	1275	703,20	571,80	2,21	2,33	13,61	81,45	4,95	18,55	73,34	4,95	255	1134,52	975,69	3,94	
8	72,46	7	6,54	1266	1273	696,00	577,00	2,19	2,33	13,49	80,78	5,73	19,22	70,20	5,73	248	1103,73	916,10	3,23	
								2,20						71,77	5,34			945,90	3,59	263,48

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan Marshall Test dengan Perbandingan (1A : 3AV)

Dikerjakan : Putu Reza B.P / 13500

Tgl Pemeriksaan : 15 April 2014

Lampiran No : 22

HASIL PEMERIKSAAN UJI LABORATORIUM

No.	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g ($\frac{gr}{cc}$)	h ($\frac{gr}{c}$)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	QM
1	75,20	5.5	5,21	1289	1297	703,00	594,00	2,17	2,37	10,63	81,03	8,34	18,97	56,05	8,34	278	1232,77	998,54	3,40	
2	74,45	5.5	5,21	1285	1295	717,50	577,50	2,23	2,37	10,90	83,08	6,01	16,92	64,46	6,01	296	1309,66	1087,02	2,95	
								2,20						60,26	7,17			1042,78	3,18	327,92
3	72,20	6	5,66	1283	1293	722,40	570,60	2,25	2,35	11,96	83,56	4,47	16,44	72,79	4,47	315	1387,75	1193,47	3,40	
4	74,35	6	5,66	1288	1299	715,50	583,50	2,21	2,35	11,75	82,03	6,22	17,97	65,37	6,22	298	1318,20	1098,11	3,06	
								2,23						69,08	5,35			1145,79	2,73	419,70
5	73,69	6.5	6,10	1269	1279	705,00	574,00	2,21	2,34	12,68	81,78	5,54	18,22	69,60	5,54	322	1416,22	1175,46	3,49	
6	72,10	6.5	6,10	1254	1265	697,00	568,00	2,21	2,34	12,67	81,66	5,67	18,34	69,07	5,67	309	1363,35	1172,48	2,52	
								2,21						69,34	5,61			1173,97	3,01	390,02
7	70,98	7	6,54	1274	1280	718,50	561,50	2,27	2,33	13,95	83,53	2,51	16,47	84,73	2,51	263	1168,69	1005,07	3,35	
8	73,65	7	6,54	1276	1288	712,50	575,50	2,22	2,33	13,64	81,63	4,74	18,37	74,22	4,74	252	1121,70	931,01	3,26	
								2,24						79,48	3,62			968,04	3,31	292,46

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan Marshall Test dengan Perbandingan (0A : 4AV)

Dikerjakan : Putu Reza B.P / 13500

Tgl Pemeriksaan : 15 April 2014

Lampiran No : 23

HASIL PEMERIKSAAN UJI LABORATORIUM

No.	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g ($\frac{gr}{cc}$)	h ($\frac{gr}{c}$)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	QM
1	73,93	5.5	5,21	1254	1263	682,40	580,60	2,16	2,37	10,58	80,65	8,77	19,35	54,69	8,77	323	1420,29	1178,84	3,09	
2	73,05	5.5	5,21	1250	1260	678,20	581,80	2,15	2,37	10,53	80,22	9,25	19,78	53,24	9,25	289	1279,77	1062,21	2,80	
								2,15						53,97	9,01			1120,53	2,95	379,84
3	71,81	6	5,66	1252	1259	685,20	573,80	2,18	2,35	11,61	81,09	7,30	18,91	61,39	7,30	375	1634,97	1406,07	2,22	
4	73,24	6	5,66	1256	1270	681,40	588,60	2,13	2,35	11,35	79,30	9,34	20,70	54,86	9,34	326	1432,49	1160,32	2,45	
								2,16						58,12	8,32			1283,20	2,34	548,38
5	73,93	6.5	6,10	1278	1289	706,10	582,90	2,19	2,34	12,58	81,10	6,32	18,90	66,55	6,32	315	1387,75	1151,83	2,17	
6	73,27	6.5	6,10	1282	1294	709,10	584,90	2,19	2,34	12,58	81,07	6,35	18,93	66,44	6,35	363	1584,63	1315,24	2,15	
								2,19						66,49	6,34			1233,54	2,16	571,08
7	73,16	7	6,54	1251	1266	688,20	577,80	2,17	2,33	13,31	79,71	6,97	20,29	65,63	6,97	334	1465,03	1215,97	3,37	
8	75,34	7	6,54	1259	1276	688,70	587,30	2,14	2,33	13,18	78,92	7,89	21,08	62,55	7,89	298	1318,20	1067,74	2,94	
								2,15						64,09	7,43			1141,86	3,16	361,35

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Keterangan :

t = tebal benda uji (b.u)

a = kadar aspal thd. Agregat

b = kadar aspal thd. Campuran

c = berat kering b.u. sebelum direndam

d = berat b.u. SSD

e = berat b.u. dalam air

f = Volume Benda Uji = (d)-(e)

g = Berat Volume Benda Uji = $\frac{(c)}{(f)}$

h = Berat Jenis Maksimum Teoritis

$$= \left[\frac{100}{\left(\frac{\% agregat}{b.j.agregat}\right) + \left(\frac{\% aspal}{b.j.aspal}\right)} \right]$$

i = vol.aspal thd. b.u = $\left[\frac{b \times g}{b.j.aspal} \right]$

j = Volume agregat terhadap benda uji
= $\frac{[100-(b)].(g)}{b.j.Agregat}$

k = kadar rongga dalam campuran = 100 – (i) – (j)

l = kadar rongga dalam agregat = 100 – (j)

m = persen rongga terisi aspal 100 x $\frac{(i)}{(l)}$

n = persen rongga terhadap campuran
= 100 – 100 $\frac{(g)}{(h)}$

0 = nilai pembacaan arloji stabilitas

p = 0 x kalibrasi proving ring

q = stabilitas = p x koreksi tebal b.u.

r = kelelehan plastis (*flow*)