

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada campuran aspal beton dengan variasi sekam padi dan semen sebagai *filler*, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. sifat-sifat campuran berdasarkan karakteristik *Marshall* :
 - a. nilai *density* campuran Laston meningkat seiring dengan penambahan sekam padi pada campuran, hal ini karena dalam ukuran berat yang sama, jumlah padi lebih banyak daripada semen sehingga dengan semakin banyaknya penambahan sekam padi maka rongga-rongga antar agregat semakin terisi, maka menyebabkan campuran tersebut semakin padat. Nilai *density* terendah ada pada kadar aspal 5,5% dengan perbandingan sekam : semen (1P : 3S), sedangkan nilai *density* tertinggi ada pada kadar aspal 6,5% dengan perbandingan sekam : semen (4P : 0S),
 - b. nilai *VFWA* cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah sekam yang digunakan. Hal ini disebabkan sekam dan aspal dapat bercampur dengan baik untuk menyelimuti agregat pada campuran. Nilai *VFWA* terbesar adalah 88,8% pada campuran dengan kadar aspal 6,5% dan variasi sekam : semen (4P : 0S). Sedangkan nilai *VFWA* terkecil adalah 62,58 pada campuran dengan kadar aspal 5,5% dan variasi sekam : semen (1P : 3S). Hampir semua nilai *VFWA* memenuhi syarat, kecuali pada

campuran aspal 5% dengan variasi sekam : semen (0P : 4S), (1P : 3S), (2P : 2S), campuran aspal 5,5% dengan variasi sekam:sekam (1P : 3S),

- c. semakin besar kadar aspal, semakin rendah nilai *VITM*. Hal ini disebabkan oleh rongga dalam campuran terisi dengan baik oleh aspal, sehingga rongga dalam campuran berkurang. Nilai tertinggi *VITM* adalah 6,6% terdapat pada kadar aspal 5,5% dengan variasi sekam : semen (3P : 1S), sedangkan nilai terendah *VITM* adalah 1,78% terdapat pada kadar aspal 6,5% dengan variasi sekam : Semen (4P : 0S). Nilai *VITM* yang memenuhi syarat adalah campuran dengan kadar aspal 5,5% dengan variasi sekam : semen (3P : 1S),(4P : 0S), kadar aspal 6% dengan variasi sekam : semen (1P : 3S), (2P : 2S), (3P : 1S), kadar aspal 6,5% dengan variasi sekam : semen (0P : 4S), (1P : 3S), (2P : 2S), dengan persyaratan nilai *VITM* adalah 3% - 5%,

- d. nilai stabilitas cenderung meningkat pada kadar aspal 5% - 6%. Penambahan kadar aspal selanjutnya akan membuat campuran menjadi lunak sehingga kurang mampu menahan beban. Ini menunjukkan bahwa jika kadar aspal yang digunakan sudah berlebih dari kebutuhan campuran, maka beton aspal menjadi lebih lunak. Penambahan kadar semen juga mengakibatkan nilai stabilitas cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena semen mempunyai kemampuan merekatkan antar agregat yang lebih baik dibanding sekam padi, sehingga membuat campuran menjadi lebih padat. Namun, semua kadar aspal dan variasi kombinasi *filler* sekam

padi dan semen memenuhi persyaratan stabilitas pada Spesifikasi Bina Marga 2010 rev 3,

- e. nilai *flow* cenderung menurun seiring dengan semakin bertambahnya kadar aspal dan sekam, kecuali pada variasi sekam : semen (4P : 0S), hal ini karena *viscositas* pada campuran meningkat. Semua variasi campuran memenuhi syarat nilai spesifikasi bina marga 2010 revisi 3,
- f. nilai *QM* pada campuran dengan kadar aspal 5% - 6% cenderung mengalami kenaikan dan setelah itu mengalami penurunan. Hal ini disebabkan atau menunjukkan bahwa penambahan aspal dapat meningkatkan fleksibilitas campuran. Selain itu, penambahan sekam padi cenderung menurunkan nilai *Marshall Quotient*, karena penambahan sekam padi menyebabkan stabilitas cenderung menurun dan nilai *flow* semakin meningkat sehingga nilai *Marshall Quotient* menjadi rendah. Dari penelitian yang dilakukan, semua variasi kadar aspal dan sekam padi memenuhi syarat kecuali pada kadar aspal 6,5% dengan variasi (4P : 0S).

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh penggunaan kombinasi sekam padi dan semen sebagai *filer* dalam AC (*Asphalt Concrete*) yaitu semakin banyak penggunaan abu sekam padi, nilai *density* dan *VFWA* cenderung mengalami peningkatan sementara nilai *VITM* menurun. Nilai stabilitas dan *QM* pada campuran dengan kadar aspal 5% - 6% mengalami peningkatan, penambahan kadar aspal selanjutnya membuat nilai stabilitas dan *QM* menurun. Nilai stabilitas dan *QM* juga cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar semen. Sementara nilai *flow* cenderung menurun seiring

bertambahnya sekam dan kadar aspal kecuali pada variasi sekam : semen (4P : 0S).

2. kadar aspal optimum didapat pada campuran dengan kadar aspal 6,5% dengan variasi perbandingan sekam : semen (0P : 4S), kadar aspal 6,25% dengan variasi perbandingan sekam : semen (1P : 3S), kadar aspal 6,25% dengan perbandingan sekam : semen (2P : 2S), kadar aspal 5,75% dengan perbandingan sekam : semen (3P : 1S), dan kadar aspal 5,75% dengan perbandingan sekam : semen (4P : 0S).

6.2 Saran

Setelah melaksanakan penelitian, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. untuk peneliti selanjutnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai cara pencampuran agar mendapat hasil yang lebih baik,
2. perlu dicari tahu suhu pembakaran pada saat membakar sekam padi dan juga pada saat pembakaran sekam padi harus dengan suhu yang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Banerjea, H.N., (1980), *Technology of Portland Cement and Blended Cements.*, Wheeler Publishing Ltd., Allahabad.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*, No.13/PT/B/1983, Yayasan badan penerbit PU, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal (Laston)* SKBI-2.4.26., Dirjen Bina Marga, Jakarta.
- Houston, D.F., 1972. *Rice Hulls*, p. 301-52. In: *Rice Chemistry and Technology*, American Associations, of Cereal Chemists, inc., St Paul, MN.
- Krebs, R.D., and Walker, R.D., 1971, *Highway Materials*, McGraw-Hill Company, USA.
- Roberts, FL, et al, 1991, *Hot Mix Asphalt Materials, Mixtures Design and Construction*, Napa Education Foundation, Lanham, Maryland.
- Santosa, Leo, (2001), *Kinerja Laboratorium Campuran Hot Rolled Asphalt Dengan Abu Sawit Sebagai Filler*, Makalah yang disampaikan pada simposium ke-4 FSTPT, Udayana Bali, 8 November 2001.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, *Perkerasan Aspal*, Spesifikasi Bina Marga 2010 Rev 3
- Sukirman, S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 1993, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit, Bandung.
- Totomihardjo, S., 1994, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, UGM, Yogyakarta.

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 25 Mei 2015 Lampiran No : 1

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pkl. 10.50	Temperatur aspal : 145 ° C
	Selesai	pkl. 11.20	
Contoh didinginkan 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. 13.40

Penetrasi pada suhu 25° C Beban 100 gram, selama 5 detik	I	II	III
Pengamatan: 1	71	75	71
2	69	70	72
3	72	76	76
4	74	75	75
5	76	70	73
Rata-rata	72,4	73,2	73,4
Rata-rata Total	72,73		

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.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 26 Mei 2015 Lampiran No : 2

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL
 SETELAH KEHILANGAN BERAT**

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 10.00	Temperatur aspal : 145 ° C
	Selesai	pk. 11.30	
Contoh didiamkan 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. 14.10

Penetrasi pada suhu 25° C Beban 100 gram, selama 5 dtk	I	II	III
Pengamatan: 1	61	73	67
2	68	70	72
3	76	77	66
4	75	64	75
5	60	78	73
Rata-rata	68	72,4	70,6
Rata-rata Total	70,33		

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.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 26 Mei 2015 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)	8,940 gr	9,720 gr	9,285 gr
Berat cawan + contoh (B)	64,519 gr	63,966 gr	62,979 gr
Berat contoh (C) = (B) - (A)	55,579 gr	54,246 gr	53,694 gr
Berat cawan + contoh setelah pemanasan (D)	64,389 gr	63,779 gr	62,932 gr
Berat contoh setelah pemanasan (E) = (D) - (A)	55,449 gr	54,059 gr	53,647 gr
Berat yang hilang (F) = (C) - (E)	0,13 gr	0,187 gr	0,047 gr
% Kehilangan : $\frac{(F)}{(C)} \times 100\%$	0,2339 %	0,3447 %	0,0875 %
Rata-rata	0,2220 %		

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 25 Mei 2015 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	177,715 gram	gram
C	Berat Tabung <i>Erlenmeyer</i> + aspal	178,715 gram	gram
D	Berat aspal (C - B)	1,00 gram	gram
E	Berat <i>Crusible</i> + serat	0,891 gram	gram
F	Berat <i>Crusible</i> + serat + endapan	0,928 gram	gram
G	Berat endapan	0,037 gram	gram
H	Persen endapan = $\frac{(G)}{(D)} \times 100 \%$	0,0209 %	%
I	Rata – rata	0,0209 %	
J	Kelarutan aspal = 100 – (I)	99,9792 %	

Mengetahui,
Kepala Laboratorium
Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 25 Mei 2015 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	
	Selesai	pk. 13.05	
Daktilitas pada suhu 25° C	Pembacaan Pengukuran pada Alat :		
Pengamatan	> 100	cm	> 100 cm
Rata - rata	100		cm

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 25 Mei 2015 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.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 25 Mei 2015 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)	
	^o C	^o F	I	II
1.	5	41	0	
2.	10	50	39"	
3.	15	59	1' 29"	
4.	20	68	2' 23"	
5.	25	77	4' 08"	
6.	30	89,6	5' 09"	
7.	35	95	6' 18"	
8.	40	104	7' 10"	
9.	45	113	8' 08"	
10.	50	122	9' 11"	
11.	55	131	9' 50"	

Hasil Pemeriksaan	Waktu (detik)	Titik Lembek (^o C)
Pemeriksaan I	9,50"	53
Pemeriksaan II	9,57"	54
Rata - rata	53,5 ^o C	

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 25 Mei 2015 Lampiran No : 8

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL KERAS

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 14.00	Temperatur pemanasan : 145 ° C
	Selesai	pk. 14.30	
Contoh didiamkan	Mulai	pk. 14.30	Temperatur ruang : 27 ° C
	Selesai	pk. 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>	31,652 gram	gram
C	Berat <i>Picnometer</i> + air penuh	81,944 gram	gram
D	Berat air (C - B)	50,292 gram	gram
E	Berat <i>Picometer</i> + Aspal	32,652 gram	gram
F	Berat Aspal (E - B)	1,00 gram	gram
G	Berat <i>Picometer</i> + Aspal + air	81,986 gram	gram
H	Isi air (G - E)	49,334 gram	gram
I	Isi contoh (D - H)	0,958 gram	gram
J	Berat jenis = $\frac{(F)}{(I)}$	1,0438	

Persyaratan Umum :

Berat jenis pada temperatur 25° C ; minimal = 1

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir.Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 5 Mei 2015 Lampiran No : 9

**PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT (SE)
 AGREGAT**

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)	4,8		
3.	Masukkan beban, baca skala beban pada tangkai penunjuk	-		
4.	Baca skala pasir Pembacaan (3) – Pembacaan (1)	4,4		
5.	Nilai SE = $\frac{(4)}{(2)} \times 100 \%$	91,67 %		

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 5 Mei 2015 Lampiran No : 10

PEMERIKSAAN SOUNDNESS TEST AGREGAT

AGREGAT KASAR		
Ukuran Fraksi	(mm)	½ tertahan 3/8 = 200
Berat sebelum test	= A gram	200
Berat sesudah test	= B gram	200
% 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	400
Berat sesudah test	= B gram	214
% Kehilangan $C = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$		46,5
% Fraksi Tertahan = P		53,5
% Berat yang hilang $W = \frac{(C \times P)}{A}$		6,219

<p>Keterangan : Agregat Kasar Ex : 0 % Agregat Halus Ex : 6,219 %</p>

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 4 Mei 2015 Lampiran No : 11

**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)	3670	gram
BERAT SESUDAH (A)-(B)		1330	gram
KEAUSAN = $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$		26,6	%

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.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 29 April 2015 Lampiran No : 12

MIX DESIGN FORMULA

Nomor Saringan	Spesifikasi	Ideal Spek	Kumulatif (%)	Berat (gram)	Total Berat (gram)
1"	100	100	5	60	2400
3/4"	90-100	95	14,5	174	6960
1/2"	71-90	80,5	11,5	138	5520
3/8"	58-80	69	22,5	270	10800
4	37-56	46,5	17,7	212,4	8496
8	23-34,6	28,8	10,15	121,8	4872
16	15-22,3	18,65	5,3	63,6	2544
30	10-16,7	13,35	3	36	1440
50	7-13,7	10,35	2,35	28,2	1128
100	5-11	8	2	24	960
200	4-8	6	6	72	2880
Total agregat (gram)				1200	48000

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 5 Mei 2015 Lampiran No : 13

**PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	997
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1009
C	Berat Contoh Dalam Air	647
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,7541
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,7873
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,8486
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	1,2036

PERSYARATAN UMUM :

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

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir Dikerjakan : Junianto Sanda / 13783
 Tanggal : 5 Mei 2015 Lampiran No : 14

**PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	580
B	Berat Contoh Kering	495
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	677
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	1000
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,848
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,796
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,8779
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,0101

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis :

Mengetahui,
 Kepala Laboratorium
 Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Perbandingan (OP : 4S)

Dikerjakan : Junianto Sanda (13783)

Tgl Pemeriksaan : 25 Agustus 2015

Lampiran No : 15

Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Variasi Perbandingan Sekam (P) : Semen (S) (OP : 4S)

0	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
5A	75,86	5,00	4,7619	1252	1276	719	557	2,25	2,38	10,25	84,28	5,47	15,72	65,20	5,47	405	1752,70	1349,58	3,20	
5B	76,03	5,00	4,7619	1283	1308	732	576	2,23	2,38	10,16	83,51	6,33	16,49	61,63	6,33	313	1379,62	1048,51	2,82	
								2,24						63,41	5,90		1752,70	1349,58	3,01	448,37
5,5A	74,01	5,50	5,2133	1237	1255	705	550	2,25	2,36	11,23	83,93	4,84	16,07	69,87	4,84	247	1307,00	1032,53	1,70	
5,5B	78,35	5,50	5,2133	1284	1307	729	578	2,22	2,36	11,09	82,89	6,01	17,11	64,85	6,01	407	1765,56	1342,06	3,90	
								2,24						67,36	5,43		1765,56	1342,06	2,80	479,31
6,0A	76,84	6,00	5,6604	1264	1283	717	566	2,23	2,35	12,11	82,94	4,95	17,06	70,98	4,95	335	1467,00	1114,92	2,01	
6,0B	74,06	6,00	5,6604	1242	1259	702	557	2,23	2,35	12,09	82,81	5,10	17,19	70,34	5,10	361	1651,05	1287,32	3,05	
								2,23						70,66	5,02		1651,05	1287,32	2,53	508,82
6,5A	74,98	6,50	6,1033	1252	1269	714	555	2,26	2,34	13,19	83,39	3,42	16,61	79,39	3,42	356	1580,03	1248,22	3,02	
6,5B	76,32	6,50	6,1033	1275	1290	723	567	2,25	2,34	13,15	83,12	3,73	16,88	77,89	3,73	347	1512,05	1149,16	3,68	
								2,25						78,64	3,58		1580,03	1248,43	3,35	372,67

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Perbandingan (1P : 3S)

Dikerjakan : Junianto Sanda (13783)

Tgl Pemeriksaan : 25 Agustus 2015

Lampiran No : 16

Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Variasi Perbandingan Sekam (P) : Semen (S) (1P : 3S)

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
5A	73,74	5,00	4,76	1260	1282	719	563	2,24	2,38	10,21	83,91	5,88	16,09	63,44	5,88	371	1625,65	1300,52	3,30	
5B	75,81	5,00	4,76	1278	1300	731	569	2,25	2,38	10,24	84,21	5,54	15,79	64,89	5,54	369	1610,74	1240,27	3,30	
								2,24						64,17	5,71		1625,65	1300,52	3,30	394,10
5,5A	77,06	5,50	5,21	1269	1294	721	573	2,21	2,36	11,06	82,64	6,30	17,36	63,71	6,30	369	1610,73	1288,56	3,58	
5,5B	76,28	5,50	5,21	1283	1304	721	583	2,20	2,36	10,99	82,12	6,89	17,88	61,46	6,89	342	1497,56	1138,15	1,92	
								2,21						62,58	6,60		1610,73	1288,56	2,75	468,57
6,0A	77,28	6,00	5,66	1299	1315	725	590	2,20	2,35	11,94	81,77	6,29	18,23	65,48	6,29	300	1326,75	1008,33	4,40	
6,0B	74,33	6,00	5,66	1275	1290	731	560	2,28	2,35	12,36	84,63	3,01	15,37	80,41	3,01	376	1635,84	1292,31	1,90	
								2,24						72,94	4,65		1635,84	1292,31	3,15	410,26
6,5A	75,96	6,50	6,10	1265	1282	718	565	2,24	2,34	13,10	82,84	4,06	17,16	76,33	4,06	351	1572,00	1210,80	3,40	
6,5B	73,84	6,50	6,10	1239	1255	699	556	2,23	2,34	13,03	82,37	4,60	17,63	73,91	4,60	298	1318,20	1054,56	3,40	
								2,23						75,12	4,33		1572,00	1210,80	3,40	356,12

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Perbandingan (2P : 2S)

Dikerjakan : Junianto Sanda (13783)

Tgl Pemeriksaan : 25 Agustus 2015

Lampiran No : 17

Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Variasi Perbandingan Sekam (P) : Semen (S) (2P :2S)

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
5A	77,84	5,00	4,76	1285	1286	717	570	2,26	2,38	10,29	84,60	5,11	15,40	66,82	5,11	295	1303,25	990,47	4,15	
5B	75,52	5,00	4,76	1276	1293	721	572	2,23	2,38	10,18	83,64	6,19	16,36	62,19	6,19	371	1618,19	1246,01	2,93	
								2,24						64,51	5,65		1618,19	1246,01	3,71	335,85
5,5A	76,99	5,50	5,21	1283	1298	719	579	2,22	2,36	11,07	82,69	6,25	17,31	63,91	6,25	281	1243,45	945,02	3,50	
5,5B	77,90	5,50	5,21	1295	1303	730	573	2,26	2,36	11,29	84,33	4,38	15,67	72,04	4,38	295	1303,25	990,47	3,85	
								2,24						67,98	5,31		1303,25	1250,04	3,30	378,80
6,0A	75,02	6,00	5,66	1295	1301	724	577	2,24	2,35	12,17	83,35	4,48	16,65	73,11	4,48	309	1361,32	1048,21	4,10	
6,0B	75,38	6,00	5,66	1286	1291	721	570	2,26	2,35	12,23	83,79	3,98	16,21	75,47	3,98	377	1637,87	1261,16	2,18	
								2,25						74,29	4,23		1637,87	1261,16	3,14	401,64
6,5A	76,57	6,50	6,10	1295	1309	739	570	2,27	2,34	13,28	83,98	2,74	16,02	82,92	2,74	336	1483,00	1186,67	2,13	
6,5B	76,79	6,50	6,10	1286	1303	731	572	2,25	2,34	13,14	83,11	3,75	16,89	77,80	3,75	318	1401,50	1093,17	4,40	
								2,26						80,36	3,24		1483,00	1186,67	3,45	343,96

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Perbandingan (3P : 1S)

Dikerjakan : Junianto Sanda (13783)

Tgl Pemeriksaan : 25 Agustus 2015

Lampiran No : 18

Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Variasi Perbandingan Sekam (P) : Semen (S) 3P : 1S)

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
5A	75,81	5,00	4,76	1243	1258	732	526	2,36	2,38	10,78	88,60	0,62	11,40	94,56	0,62	314	1381,65	1063,87	4,20	
5B	76,40	5,00	4,76	1245	1266	679	587	2,12	2,38	9,67	79,52	10,80	20,48	47,24	10,80	349	1526,03	1156,54	4,20	
								2,24						70,90	5,71		1526,03	1156,54	3,90	296,55
5,5A	75,05	5,50	5,21	1263	1282	731	552	2,29	2,36	11,44	85,46	3,11	14,54	78,63	3,11	308	1359,28	1046,65	4,10	
5,5B	78,15	5,50	5,21	1260	1285	721	564	2,23	2,36	11,16	83,36	5,48	16,64	67,06	5,48	355	1548,97	1230,76	2,94	
								2,26						72,85	4,29		1548,97	1230,76	3,52	349,65
6,0A	76,13	6,00	5,66	1245	1261	698	563	2,21	2,35	11,99	82,13	5,88	17,87	67,09	5,88	315	1387,75	1054,69	4,00	
6,0B	76,48	6,00	5,66	1279	1296	735	561	2,28	2,35	12,36	84,67	2,97	15,33	80,65	2,97	413	1793,25	1362,87	2,95	
								2,25						73,87	4,42		1793,25	1150,61	3,48	331,11
6,5A	76,58	6,50	6,10	1241	1262	715	547	2,27	2,34	13,26	83,86	2,87	16,14	82,20	2,87	291	1288,30	979,11	3,10	
6,5B	74,94	6,50	6,10	1271	1305	751	554	2,29	2,34	13,41	84,81	1,78	15,19	88,28	1,78	352	1536,39	1198,38	4,78	
								2,28						85,24	2,33		1536,39	1108,73	3,94	281,40

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Pekerjaan : Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Perbandingan (4P : 0S) Dikerjakan : Junianto Sanda (13783)

Tgl Pemeriksaan : 25 Agustus 2015

Lampiran No : 19

Pemeriksaan *Marshall Test* dengan Variasi Perbandingan Sekam (P) : Semen (S) (4P : 0S)

0	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (^{gr} / _{cc})	h (^{gr} / _c)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	QM
5A	82,16	5,00	4,76	1258	1285	707	578	2,18	2,38	9,93	81,60	8,47	18,40	53,96	8,47	339	1427,66	1085,02	3,30	
5B	75,37	5,00	4,76	1248	1267	729	538	2,32	2,38	10,58	86,97	2,45	13,03	81,22	2,45	299	1320,34	1016,66	4,60	
								2,25						67,59	5,46		1427,66	1085,02	3,95	274,69
5,5A	80,98	5,50	5,21	1260	1280	722	558	2,26	2,36	11,28	84,26	4,46	15,74	71,64	4,46	346	1528,05	1100,23	4,50	
5,5B	76,35	5,50	5,21	1251	1269	712	557	2,25	2,36	11,22	83,85	4,92	16,15	69,50	4,92	311	1371,48	1042,33	3,16	
								2,25						70,57	4,69		1528,05	1100,23	3,83	287,27
6,0A	78,25	6,00	5,66	1246	1266	724	543	2,30	2,35	12,45	85,30	2,25	14,70	84,72	2,25	345	1528,00	1130,69	2,90	
6,0B	77,31	6,00	5,66	1263	1292	734	557	2,27	2,35	12,29	84,17	3,54	15,83	77,61	3,54	321	1416,45	1062,34	4,40	
								2,28						81,17	2,90		1528,00	1130,69	3,65	309,78
6,5A	76,43	6,50	6,10	1259	1280	738	542	2,32	2,34	13,58	85,87	0,55	14,13	96,08	0,55	236	1051,55	799,18	5,20	
6,5B	74,43	6,50	6,10	1243	1262	713	549	2,27	2,34	13,25	83,75	3,00	16,25	81,52	3,00	285	1257,13	980,53	2,70	
								2,29						88,80	1,78		1257,13	980,53	3,95	248,24

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

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

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

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

k = kadar rongga dalam campuran = $100 - (i) - (j)$

l = kadar rongga dalam agregat = $100 - (j)$

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

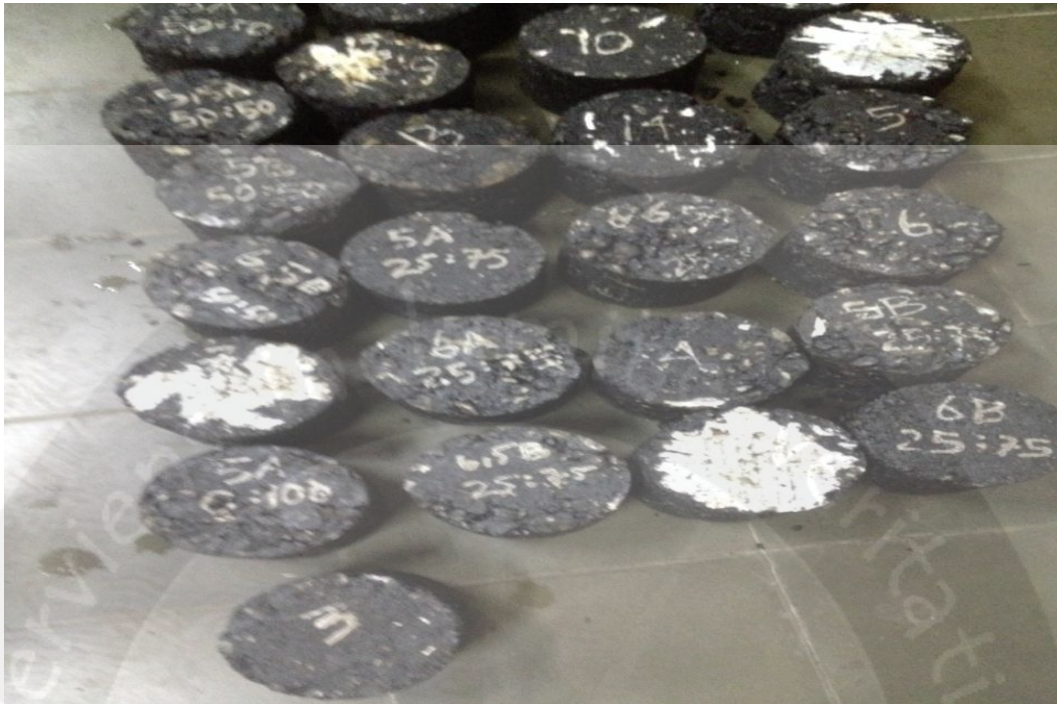
n = persen rongga terhadap campuran
= $100 - 100 \frac{(g)}{(h)}$

0 = nilai pembacaan arloji stabilitas

p = 0 x kalibrasi proving ring

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

r = kelelehan plastis (*flow*)



Gambar L.1. Benda Uji



Gambar L.2. Alat *Marshall Test*



Gambar L.3. *Water Bath*