

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menambahkan *Crumb Rubber* yang berasal dari daur ulang karet ban bekas kedalam campuran beton aspal yang dilakukan di Laboratorium Transportasi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan pengujian *Marshall Test* dilakukan di PT. Perwita Karya, Yogyakarta, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. pengaruh penggunaan *Crumb Rubber* terhadap campuran laston AC-WC dilihat dari berbagai karakteristik *Marshall*:
 - a. nilai *density* dengan penambahan *Crumb Rubber* cenderung meningkat pada awalnya dan kemudian mengalami penurunan saat kadar aspal 7%. Penambahan *Crumb Rubber* dengan nomor mesh 40 dapat meningkatkan nilai *density* lebih besar dari pada *Crumb Rubber* dengan nomor mesh 10. Penambahan jumlah kadar *Crumb Rubber* tidak dapat meningkatkan nilai *density* pada campuran, hal ini disebabkan karena berat jenis *Crumb Rubber* lebih rendah dari Aspal dan Agregat. Nilai *density* terendah ada pada kadar aspal 5,5% tanpa penambahan variasi *Crumb Rubber* yaitu 2,29 gr/cc sedangkan nilai *density* tertinggi ada pada kadar aspal 6% dengan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 dengan kadar *Crumb Rubber* 2% dan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 dengan kadar *Crumb Rubber* 4% yaitu 2,35 gr/cc,

- b. nilai VFWA cenderung turun seiring dengan penambahan Kadar *Crumb Rubber*, hal ini disebabkan karena *Crumb Rubber* susah untuk meleleh pada suhu pemasakan campuran beton aspal sehingga *Crumb Rubber* yang diharapkan dapat meleleh dan mengisi rongga campuran beton aspal tidak terjadi. Nomor mesh *Crumb Rubber* juga berpengaruh pada nilai VFWA pada beton aspal, nomor mesh 40 memiliki nilai VFWA yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi *Crumb Rubber* dengan nomor mesh 10. Perbedaan ini terjadi karena *Crumb Rubber* dengan nomor mesh yang lebih besar memiliki dimensi yang lebih kecil sehingga dapat lebih mudah meleleh dan dapat mengisi rongga campuran beton aspal. Nilai VFWA terendah ada pada kadar aspal 5,5% tanpa penambahan variasi *Crumb Rubber* yaitu 67,69% sedangkan nilai VFWA tertinggi ada pada kadar aspal 7% dengan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 dengan kadar *Crumb Rubber* 2% yaitu 78,30%,
- c. nilai VITM dengan penambahan *Crumb Rubber* pada campuran aspal beton akan menurunkan nilai VITM. Hal ini menunjukkan bahwa campuran *Crumb Rubber* mampu menyatu dengan aspal sehingga dapat mengisi rongga-rongga campuran dengan baik. Nilai VITM terendah ada pada kadar aspal 6,5% dengan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 dengan kadar 2% yaitu 3.49% sedangkan nilai VITM tertinggi ada pada kadar aspal 5,5% dengan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 10 dengan kadar *Crumb Rubber* 8%,

- d. nilai Stabilitas cenderung fluktuatif, namun setiap penambahan kadar aspal memiliki kecenderungan menurunkan nilai stabilitas. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan aspal suatu campuran sudah berlebih sehingga beton aspal menjadi lebih lunak, dengan penambahan jumlah aspal yang berlebih akan membuat lapisan menjadi lemah saat terkena beban lalu lintas. Semakin meningkatnya kadar *Crumb Rubber* maka nilai stabilitas cenderung menurun, kecuali pada penambahan *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 8 %. Pada penambahan *Crumb Rubber* nomor mesh 10 sebanyak 2%, 4%, 8%, bahan tambah belum mampu mengisi rongga yang ada dalam campuran, akibatnya bila mendapat beban lalu lintas, perkerasan tersebut belum mampu mempertahankan stabilitasnya sehingga nilai stabilitas menjadi turun. Hal ini berbeda dengan penambahan kadar *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 8% yang menunjukkan peningkatan nilai stabilitasnya dibandingkan penambahan variasi penambahan *Crumb Rubber* lain, sehingga perkerasan lentur ini cukup kuat untuk menerima beban lalu lintas. Angka Stabilitas terendah dicapai ada pada kadar aspal 6% dengan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 dengan kadar 8% yaitu 1346,38 Kgf sedangkan nilai Stabilitas tertinggi ada pada kadar aspal 5,5% dengan penambahan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 dengan kadar *Crumb Rubber* 2%,
- e. nilai kelelahan plastis (*flow*) mengalami peningkatan akibat penambahan kadar aspal yang menyebabkan semakin banyak rongga terisi aspal sehingga campuran semakin melunak dan meningkatkan

nilai *flow*. Penambahan *Crumb Rubber* pada campuran beton aspal menyebabkan daya rekat aspal menurun, selain itu dimensi *Crumb Rubber* juga berpengaruh pada nilai *flow*, dimensi *Crumb Rubber* dengan nomor mesh 10 kurang bisa memampatkan campuran beton aspal, sehingga hal ini menyebabkan aspal mudah berubah bentuk jika mendapat tekanan beban lalu lintas sehingga nilai *flow* meningkat. Nilai *flow* terendah ada pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 5,5% variasi penambahan *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 2%, yakni sebesar 2,64 mm, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 6,5% variasi penambahan *Crumb Rubber* nomor mesh 10, yaitu sebesar 5,23 mm,

f. nilai *QM* campuran dengan penambahan *Crumb Rubber* cenderung fluktuatif. Hal ini disebabkan nilai stabilitas yang tinggi dan nilai *flow* yang rendah sehingga nilai *QM* menjadi tinggi begitu juga sebaliknya, nilai stabilitas yang rendah dengan nilai *flow* yang tinggi menghasilkan nilai *QM* yang rendah. Nilai *QM* terendah ada pada kadar aspal 6,5% dengan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 10 sebanyak 6%, yaitu sebesar 298,18 Kgf/mm, sedangkan nilai tertinggi ada pada kadar aspal 5,5% dengan variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 2%, yaitu sebesar 674,35 Kgf/mm.

2. penambahan *Crumb Rubber* dengan nomor mesh 40 cenderung menghasilkan campuran aspal beton yang lebih baik dari pada variasi *Crumb Rubber* dengan nomor mesh 10,

3. pada campuran beton aspal dengan variasi penambahan *Crumb Rubber*, nilai *density*, *VFWA*, *Stabilitas*, *flow* dan *QM* cenderung meningkat, sedangkan *VITM* cenderung menurun dibandingkan beton aspal normal. Secara keseluruhan, penambahan *Crumb Rubber* dalam campuran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap campuran laston AC-WC,
4. pencampuran secara *dry process* tidak terlalu efektif karena *Crumb Rubber* cenderung menggumpal dan tidak merata,
5. suhu 170° C saat pencampuran tidak dapat melelehkan *Crumb Rubber*,
6. dilihat dari segi pengolahan limbah, selain dapat meningkatkan perkerasan jalan penggunaan *Crumb Rubber* sebagai bahan tambah pada campuran perkerasan menjawab permasalahan mengurangi jumlah limbah karet.

8.2 Saran

Setelah melaksanakan penelitian ini, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penggantian kadar *Crumb Rubber*, maupun nomor mesh *Crumb Rubber* yang berbeda,
2. dapat dicari metoda pencampuran yang berbeda agar *Crumb Rubber* dapat meleleh merata,
3. penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pembuatan dengan variasi suhu pencampuran yang berbeda,
4. penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan tipe perkerasan yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Darunifah, N., 2007, Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC), Laporan Penelitian, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fakultas Teknik, 2001, *Petunjuk Praktikum Rekayasa Jalan Raya, Laboratorium Rekayasa Jalan Raya*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)*, Dirjen Bina Marga, Jakarta, Indonesia.
- Krebs, R.D.; Walker, R.D., 1971, *Highway Materials*, McGraw-Hill, New York, New York, USA.
- Lololaen, B.S., 2014, Pengaruh Penambahan Karet Ban-Dalam Bekas Sebagai Bahan Tambah Terhadap Sifat *Marshall HRA (Hot Rolled Asphalt)*, Lapoaran Penelitian, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mashuri dan Batti J.F., 2011, Pemanfaatan Material Limbah Pada Campuran Beton Aspal Campuran Panas, *Majalah Ilmiah Mektek*, vol. XIII, no. 3, pp. 204 - 212 Universitas Taduloko, Palu, Indonesia.
- Sukirman, S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung, Indonesia.
- The Asphalt Institute, 1983, *Construction of Hot Mix Asphalt Pavement*, Asphalt Institute, Lexington, Kentucky, USA.
- Wiyono, A.W.W.; Setiawan, Arief, 2012, Pengaruh Suhu Terhadap Modulus Elastisitas Dan Angka Poisson Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) Dengan Kapur Sebagai *Filler*, *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*, vol. II no. 2, pp. 105-114, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.



Lampiran Surat/Laporan No. : 1 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 05 Oktober 2015
 Akhir

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 09.00 WIB	Temperatur aspal : 150 ° C
	Selesai	pk. 09.30 WIB	
Contoh didinginkan pada suhu ruang	Mulai	pk. 09.30 WIB	Temperatur ruang : 25 ° C
	Selesai	pk. 10.00 WIB	
Contoh direndam pada suhu 25° C	Mulai	pk. 10.00 WIB	Pemeriksaan Penetrasi Mulai pk. 11.00 WIB Selesai pk. 11.15 WIB
	Selesai	pk. 11.00 WIB	

Penetrasi pada suhu 25° C Beban 100 gram, selama 5 detik	I	II	III
Pengamatan: 1	180-137=43	197-128=69	196-122=74
2	219-119=100	198-134=64	177-120=57
3	197-120=77	228-140=88	193-128=65
4	197-121=76	203-129=74	182-123=59
5	194-129=65	190-124=66	176-122=54
Rata-rata	72,2	72,2	61,8
Rata-rata Total	68,73		

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 Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 2 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 05 Oktober 2015
Akhir

PEMERIKSAAN KEHILANGAN BERAT ASPAL

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pkl. 10.00 WIB	
	Selesai	pkl. 15.00 WIB Temperatur pemanasan : 163° C	
Contoh didiamkan	Mulai	pkl. 15.00 WIB	
	Selesai	pkl. 15.30 WIB Temperatur ruang : 25° C	

P E M E R I K S A A N			
Kehilangan berat pada temperatur 163° C	Mulai	pkl. 15.30 WIB	
	Selesai	pkl. 15.40 WIB	
Nomor cawan	I	II	III
Berat cawan (A)	8,91	9,29	11,252
Berat cawan + contoh (B)	64,99	64,751	68,972
Berat contoh (C) = (B) - (A)	56,08	55,46	57,72
Berat cawan + contoh setelah pemanasan (D)	65,001	64,756	68,974
Berat contoh setelah pemanasan (E) = (D) - (A)	56,08	55,46	57,720
Berat yang hilang (F) = (C) - (E)	0,0916	0,0113	0,00346
% Kehilangan : $\frac{(F)}{(C)} \times 100\%$	0,0196%	0,0107%	0,0036%
Rata-rata	0,0113%		

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 3 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 05 Oktober 2015 -
Akhir 06 Oktober 2015

PEMERIKSAAN KELARUTAN ASPAL KERAS DALAM CCl_4

PERSIAPAN			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 09.00 WIB	
	Selesai	pk. 09.15 WIB	Temperatur pemanasan : 110° C
Penimbangan contoh	Mulai	pk. 09.15 WIB	
	Selesai	pk. 09.17 WIB	Temperatur ruang : 27° C
Penyaringan contoh	Mulai	pk. 09.17 WIB	
	Selesai	pk. 09.20 WIB	Temperatur ruang : 27° C
Pengeringan contoh	Mulai	pk. 09.20 WIB	
	Selesai	pk. 09.40 WIB	Temperatur pemanasan : 110° C

PEMERIKSAAN		
A	No. Tabung <i>Erlenmeyer</i>	I
B	Berat Tabung <i>Erlenmeyer</i> kosong	194,06 gram
C	Berat Tabung <i>Erlenmeyer</i> + aspal	195,06 gram
D	Berat aspal (C - B)	1 gram
E	Berat <i>Crusible</i> + serat	0,872 gram
F	Berat <i>Crusible</i> + serat + endapan	0,889 gram
G	Berat endapan	0,017 gram
H	Persen endapan = $\frac{(G)}{(D)} \times 100 \%$	0,45 %
I	Kelarutan aspal = 100 - (H)	99,55 %

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 4 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 05 Oktober 2015
Akhir

PEMERIKSAAN DAKTILITAS

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pkl. 09.00 WIB	
	Selesai	pkl. 09.00 WIB	Temperatur pemanasan : 150° C
Contoh didiamkan	Mulai	pkl. 09.00 WIB	
	Selesai	pkl. 09.30 WIB	Temperatur ruang : 27° C
Contoh direndam pada suhu 25° C	Mulai	pkl. 09.30 WIB	
	Selesai	pkl. 10.30 WIB	Temperatur tetap : 25° C

P E M E R I K S A A N			
Lama pemeriksaan	Mulai	pkl. 10.30 WIB	
	Selesai	pkl. 10.40 WIB	
Daktilitas pada suhu 25° C	Pembacaan Pengukuran pada Alat :		
Pengamatan		143 cm	127 cm
Rata - rata		135 cm	

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 5 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 06 Oktober 2015
Akhir

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL KERAS

PENGAMATAN	
Contoh dipanaskan	Mulai pkl. 15.00 WIB Selesai pkl. 15.30 WIB Temperatur pemanasan : 150° C
Menentukan titik nyala	(sampai 56° C di bawah titik nyala)
	Mulai pkl. 15.30 WIB Temperatur : 235° C
	Selesai pkl. 15.49 WIB 15° C per menit (antara 56° C s.d. 26° C di bawah titik bakar)
	Mulai pkl. 15.49 WIB Temperatur : 245° C
Selesai pkl. 15.57 WIB 5° C s.d. 6° C per menit	

PEMERIKSAAN		
° C di Bawah Titik Nyala	Waktu	Temperatur ° C
56	13' 35,99"	263
51	14' 46,50"	268
46	15' 45,56"	273
41	16' 17,13"	278
36	17' 27,60"	283
31	18' 06,33"	288
26	19' 13,60"	293
21	19' 54,67"	298
16	21' 16,80"	303
11	21' 58,40"	308
6	22' 50,84"	313
1	23' 42,37"	318

	Temperatur ° C
Titik Nyala	319
Titik Bakar	329

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 6 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 06 Oktober 2015
Akhir

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk. 16.00 WIB	Temperatur pemanasan : 150° C
	Selesai	pk. 16.30 WIB	
Contoh didiamkan	Mulai	pk. 16.30 WIB	Temperatur ruang : 27° C
	Selesai	pk. 17.00 WIB	
Contoh direndam pada suhu 5° C	Mulai	pk. 17.00 WIB	Temperatur tetap : 5° C
	Selesai	pk. 17.15 WIB	

P E M E R I K S A A N			
No.	Pengamatan Temperatur		W a k t u (detik)
	° C	° F	I
1.	5	41	0"
2.	10	50	26"
3.	15	59	53"
4.	20	68	53"
5.	25	77	55"
6.	30	89,6	39"
7.	35	95	59"
8.	40	104	56"
9.	45	113	59"
10.	50	122	57"
11.	55	131	-

Hasil Pemeriksaan	Waktu (detik)	Titik Lembek (° C)
Pemeriksaan I	457"	51
Pemeriksaan II	457"	51
Rata - rata		51 ° C

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transportasi

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 7 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 06 Oktober 2015
Akhir

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL KERAS

P E R S I A P A N			
Contoh dipanaskan	Mulai	pk1. 16.00 WIB	
	Selesai	pk1. 16.30 WIB	Temperatur pemanasan : 150° C
Contoh didiamkan	Mulai	pk1. 16.30 WIB	
	Selesai	pk1. 17.00 WIB	Temperatur ruang : 27° C

P E M E R I K S A A N		
A	No. <i>Picnometer</i>	I
B	Berat <i>Picnometer</i>	31,83 gr
C	Berat <i>Picnometer</i> + air penuh	82,01 gr
D	Berat air (C - B)	50,17 gr
E	Berat <i>Picometer</i> + Aspal	32,83 gr
F	Berat Aspal (E - B)	1
G	Berat <i>Picometer</i> + Aspal + air	82,15 gr
H	Isi air (G - E)	49,32 gr
I	Isi contoh (D - H)	0,85 gr
J	Berat jenis = $\frac{(F)}{(I)}$	1,167

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 8 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 07 Oktober 2015
Akhir

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT (SE)

No.	Uraian	Nomor Contoh
		I
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)	4,7
3.	Masukkan beban, baca skala beban pada tangkai penunjuk	-
4.	Baca skala pasir Pembacaan (3) – Pembacaan (1)	4,6
5.	Nilai SE = $\frac{(4)}{(2)} \times 100 \%$	97,87 %

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 9 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 07 Oktober 2015 -
Akhir 08 Oktober 2015

**PEMERIKSAAN *SOUNDNESS* TEST AGREGAT
AGREGAT KASAR**

Nomor Pengetesan	I
Ukuran Fraksi (mm)	Lolos 1/2" tertahan 3/8"
Berat sebelum tes = A gram	100 gram
Berat sesudah tes = B gram	100 gram
% Kehilangan $C = \frac{A-B}{A} \times 100 \%$	0 %
% Fraksi tertahan = P	100 %
% Berat yang hilang $W = \frac{(C \times P)}{A}$	0 %

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 10 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 07 Oktober 2015
Akhir

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT
DENGAN MESIN LOS ANGELES**

GRADASI SARINGAN		NOMOR CONTOH
		I
LOLOS	TERTAHAN	BERAT MASING-MASING AGREGAT
$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	2500 gram
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	2500 gram

NOMOR CONTOH	I
BERAT SEBELUMNYA (A)	5000 gram
BERAT SESUDAH DIAYAK SARINGAN NO.12 (B)	3601 gram
BERAT SESUDAH (A)-(B)	1399 gram
$KEAUSAN = \frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$	27,98 %
KEAUSAN RATA-RATA	27,98 %

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 11 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 07 Oktober 2015 -
Akhir 08 Oktober 2015

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	980
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	998
C	Berat Contoh Dalam Air	613
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,545
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,592
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,670
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	1,837 %
H	Berat Jenis Agregat Kasar $= \frac{(D) + (F)}{2}$	2,608

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 12 Dikerjakan : Hans A. Nathaniel
Pekerjaan : Penelitian Tugas Tgl. Pemeriksaan : 07 Oktober 2015 -
Akhir 08 Oktober 2015

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500
B	Berat Contoh Kering	494
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	710
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	1019
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,617
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,586
G	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,670
H	Penyerapan (<i>Absorption</i>) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,214 %
H	Berat Jenis Agregat Kasar $= \frac{(E) + (G)}{2}$	2,643

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Transport

(Ir. Yohanes Lulie, M.T.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 13

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #0 0%

No Briket	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
1	69,84	5,50	5,21	1262,00	1271,00	720,00	551	2,29	2,45	10,23	83,24	6,53	16,76	61,06	6,53	120,00	1563,96	1391,92	3,70	376,1956
2	69,14	5,50	5,21	1264,00	1272,00	722,00	550	2,30	2,45	10,27	83,53	6,21	16,47	62,32	6,21	135,00	1753,25	1560,39	3,80	410,6296
								2,29						61,69	6,37			1560,39	3,75	393,41
3	69,39	6,00	5,66	1265,00	1268,00	723,00	545	2,32	2,44	11,26	83,96	4,78	16,04	70,20	4,78	125,00	1627,06	1513,16	3,90	387,9903
4	71,02	6,00	5,66	1264,00	1267,00	721,00	546	2,32	2,44	11,23	83,74	5,03	16,26	69,06	5,03	122,00	1589,20	1477,95	3,64	406,0314
								2,32						69,63	4,91			1513,16	3,77	397,01
5	70,10	6,50	6,10	1267,00	1272,00	724,00	548	2,31	2,43	12,09	83,24	4,67	16,76	72,15	4,67	119,00	1551,17	1380,54	3,86	357,6524
6	68,29	6,50	6,10	1266,00	1270,00	721,00	549	2,31	2,43	12,06	83,02	4,92	16,98	71,04	4,92	117,00	1525,58	1357,77	4,09	331,9723
								2,31						71,60	4,79			1380,54	3,98	344,81
7	68,34	7,00	6,54	1270,00	1273,00	729,00	544	2,33	2,41	13,09	83,66	3,25	16,34	80,09	3,25	123,00	1601,82	1489,69	3,98	374,294
8	69,54	7,00	6,54	1274,00	1280,00	727,00	553	2,30	2,41	12,91	82,56	4,53	17,44	74,04	4,53	109,00	1423,24	1266,68	4,01	315,8806
								2,32						77,06	3,89			1489,69	4,00	345,09

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 14

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #10 2%

No.	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
9	72,05	5,50	5,21	1274,00	1276,00	724,00	552	2,31	2,45	10,31	83,88	5,81	16,12	63,97	5,81	119,00	1551,17	1380,54	3,92	352,1781
10	71,64	5,50	5,21	1275,00	1277,00	727,00	550	2,32	2,45	10,36	84,25	5,39	15,75	65,77	5,39	112,00	1461,62	1300,84	4,01	324,3986
								2,31						64,87	5,60			1380,54	3,97	338,29
11	69,81	6,00	5,66	1279,00	1283,00	732,00	551	2,32	2,44	11,26	83,97	4,77	16,03	70,22	4,77	147,00	1903,51	1694,12	3,07	551,8318
12	73,41	6,00	5,66	1277,00	1282,00	731,00	551	2,32	2,44	11,24	83,84	4,92	16,16	69,54	4,92	136,00	1765,87	1571,62	4,08	385,2019
								2,32						69,88	4,85			1694,12	3,58	468,52
13	69,75	6,50	6,10	1284,00	1291,00	737,00	554	2,32	2,43	12,12	83,44	4,43	16,56	73,22	4,43	144,00	1866,15	1660,88	3,62	458,8059
14	70,17	6,50	6,10	1287,00	1289,00	736,00	553	2,33	2,43	12,17	83,79	4,04	16,21	75,09	4,04	139,00	1803,73	1605,32	4,13	388,6968
								2,32						74,15	4,24			1660,88	3,88	423,75
15	70,99	7,00	6,54	1290,00	1293,00	737,00	556	2,32	2,41	13,01	83,14	3,85	16,86	77,16	3,85	127,00	1652,30	1470,54	3,86	380,9696
16	68,73	7,00	6,54	1294,00	1297,00	739,00	558	2,32	2,41	13,00	83,10	3,90	16,90	76,93	3,90	121,00	1576,58	1403,16	3,97	353,4395
								2,32						77,04	3,87			1470,54	3,92	367,20

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 15

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #10 4%

No.	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
17	72,30	5,50	5,21	1278,00	1281,00	728,00	553	2,31	2,45	10,32	83,99	5,68	16,01	64,50	5,68	115,00	1499,99	1335,00	3,18	419,8099
18	72,41	5,50	5,21	1276,00	1282,00	734,00	548	2,33	2,45	10,40	84,63	4,97	15,37	67,66	4,97	130,00	1690,15	1504,24	3,29	457,2147
								2,32						66,08	5,33			1504,24	3,24	438,51
19	72,44	6,00	5,66	1285,00	1288,00	737,00	551	2,33	2,44	11,31	84,36	4,33	15,64	72,33	4,33	140,00	1816,35	1616,55	4,07	397,1865
20	72,85	6,00	5,66	1279,00	1284,00	727,00	557	2,30	2,44	11,14	83,06	5,80	16,94	65,75	5,80	128,00	1664,91	1481,77	5,21	284,4096
								2,31						69,04	5,06			1616,55	4,64	340,80
21	72,81	6,50	6,10	1289,00	1291,00	741,00	550	2,34	2,43	12,26	84,38	3,36	15,62	78,46	3,36	138,00	1791,11	1594,09	5,82	273,898
22	72,94	6,50	6,10	1287,00	1290,00	731,00	559	2,30	2,43	12,04	82,89	5,07	17,11	70,38	5,07	129,00	1677,53	1493,01	4,63	322,4633
								2,32						74,42	4,22			1594,09	5,23	298,18
23	69,98	7,00	6,54	1298,00	1303,00	741,00	562	2,31	2,41	12,95	82,77	4,29	17,23	75,12	4,29	146,00	1891,06	1626,31	5,46	297,8589
24	71,75	7,00	6,54	1294,00	1307,00	748,00	559	2,31	2,41	12,98	82,95	4,07	17,05	76,12	4,07	139,00	1803,73	1605,32	4,52	355,1588
								2,31						75,62	4,18			1626,31	4,99	326,51

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 16

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #10 8%

No.	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
25	71,03	5,50	5,21	1277,00	1283,00	726,00	557	2,29	2,45	10,24	83,33	6,43	16,67	61,42	6,43	147,00	1903,51	1694,12	4,07	416,2466
26	74,27	5,50	5,21	1281,00	1285,00	730,00	555	2,31	2,45	10,31	83,89	5,80	16,11	63,99	5,80	113,00	1474,41	1312,22	3,39	387,0867
								2,30						62,71	6,12			1694,12	3,73	401,67
27	74,22	6,00	5,66	1284,00	1290,00	736,00	554	2,32	2,44	11,24	83,84	4,92	16,16	69,56	4,92	115,00	1499,99	1335,00	3,79	352,2415
28	73,97	6,00	5,66	1288,00	1294,00	736,00	558	2,31	2,44	11,20	83,50	5,31	16,50	67,84	5,31	130,00	1690,15	1504,24	4,03	373,2596
								2,31						68,70	5,11			1504,24	3,91	362,75
29	77,27	6,50	6,10	1296,00	1302,00	741,00	561	2,31	2,43	12,08	83,17	4,74	16,83	71,80	4,74	110,00	1436,03	1234,99	3,79	325,8539
30	70,75	6,50	6,10	1290,00	1294,00	738,00	556	2,32	2,43	12,13	83,53	4,33	16,47	73,69	4,33	126,00	1639,68	1459,31	4,45	327,9351
								2,32						72,74	4,54			1459,31	4,12	326,89
31	73,01	7,00	6,54	1300,00	1308,00	739,00	569	2,28	2,41	12,81	81,87	5,32	18,13	70,66	5,32	130,00	1690,15	1453,53	4,05	358,8967
32	73,44	7,00	6,54	1294,00	1302,00	741,00	561	2,31	2,41	12,93	82,66	4,41	17,34	74,56	4,41	127,00	1652,30	1420,97	5,14	276,454
								2,30						72,61	4,87			1453,53	4,60	317,68

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 17

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #40 2%

No.	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
35	68,29	5,50	5,21	1270,00	1275,00	733,00	542	2,34	2,45	10,47	85,16	4,37	14,84	70,54	4,37	153,00	1978,22	1839,74	2,29	803,3821
36	70,18	5,50	5,21	1273,00	1279,00	734,00	545	2,34	2,45	10,43	84,89	4,67	15,11	69,07	4,67	135,00	1753,25	1630,52	2,99	545,3253
								2,34						69,81	4,52			1839,74	2,64	674,35
37	68,00	6,00	5,66	1282,00	1288,00	742,00	546	2,35	2,44	11,39	84,93	3,68	15,07	75,59	3,68	142,00	1841,25	1712,36	2,58	663,7067
38	68,37	6,00	5,66	1283,00	1288,00	741,00	547	2,35	2,44	11,38	84,84	3,78	15,16	75,07	3,78	135,00	1753,25	1560,39	3,82	408,4798
								2,35						75,33	3,73			1712,36	3,20	536,09
39	67,65	6,50	6,10	1286,00	1290,00	740,00	550	2,34	2,43	12,23	84,18	3,59	15,82	77,31	3,59	123,00	1601,82	1425,62	3,48	409,6602
40	70,07	6,50	6,10	1291,00	1295,00	744,00	551	2,34	2,43	12,25	84,36	3,39	15,64	78,33	3,39	144,00	1866,15	1660,88	3,33	498,762
								2,34						77,82	3,49			1660,88	3,41	454,21
41	69,14	7,00	6,54	1305,00	1309,00	748,00	561	2,33	2,41	13,04	83,36	3,60	16,64	78,37	3,60	140,00	1816,35	1562,06	3,98	392,477
42	68,20	7,00	6,54	1300,00	1306,00	747,00	559	2,33	2,41	13,04	83,34	3,63	16,66	78,24	3,63	133,00	1728,01	1537,93	3,72	413,4221
								2,33						78,30	3,61			1562,06	3,85	402,95

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 18

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #40 4%

No.	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
43	69,42	5,50	5,21	1272,00	1275,00	728,00	547	2,33	2,45	10,39	84,52	5,10	15,48	67,09	5,10	150,00	1940,87	1727,37	3,28	526,6372
44	68,77	5,50	5,21	1278,00	1281,00	729,00	552	2,32	2,45	10,34	84,15	5,51	15,85	65,24	5,51	150,00	1940,87	1727,37	3,56	485,2163
								2,32						66,16	5,30			1727,37	3,42	505,93
45	68,88	6,00	5,66	1281,00	1282,00	736,00	546	2,35	2,44	11,38	84,87	3,75	15,13	75,20	3,75	139,00	1803,73	1677,47	3,46	484,817
46	68,50	6,00	5,66	1284,00	1287,00	740,00	547	2,35	2,44	11,39	84,91	3,70	15,09	75,46	3,70	140,00	1816,35	1616,55	3,22	502,0338
								2,35						75,33	3,73			1677,47	3,34	493,43
47	71,05	6,50	6,10	1288,00	1294,00	739,00	555	2,32	2,43	12,14	83,55	4,31	16,45	73,80	4,31	127,00	1652,30	1470,54	2,84	517,7967
48	68,78	6,50	6,10	1285,00	1288,00	738,00	550	2,34	2,43	12,22	84,12	3,66	15,88	76,93	3,66	123,00	1601,82	1425,62	3,69	386,3462
								2,33						75,36	3,99			1470,54	3,27	452,07
49	71,39	7,00	6,54	1298,00	1305,00	749,00	556	2,33	2,41	13,09	83,66	3,25	16,34	80,08	3,25	117,00	1525,58	1357,77	3,57	380,3268
50	72,62	7,00	6,54	1293,00	1303,00	744,00	559	2,31	2,41	12,97	82,89	4,14	17,11	75,78	4,14	113,00	1474,41	1312,22	3,98	329,7045
								2,32						77,93	3,70			1357,77	3,78	355,02

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)



Lampiran Surat/Laporan No. : 19

Dikerjakan : Hans A. Nathaniel

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Tgl. Pemeriksaan : 02 November 2015

PEMERIKSAAN MARSHALL TEST VARIASI KADAR CRUMB RUBBER #40 8%

No.	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
51	69,60	5,50	5,21	1274,00	1278,00	724,00	554	2,30	2,45	10,27	83,58	6,15	16,42	62,56	6,15	115,00	1499,99	1335,00	3,14	425,1578
52	70,91	5,50	5,21	1283,00	1287,00	736,00	551	2,33	2,45	10,40	84,63	4,97	15,37	67,67	4,97	140,00	1816,35	1616,55	2,93	551,7232
								2,31						65,12	5,56			1616,55	3,04	488,44
53	70,65	6,00	5,66	1288,00	1288,00	734,00	554	2,32	2,44	11,28	84,10	4,62	15,90	70,92	4,62	115,00	1499,99	1335,00	3,45	386,9552
54	71,06	6,00	5,66	1281,00	1285,00	736,00	549	2,33	2,44	11,32	84,40	4,28	15,60	72,57	4,28	116,00	1512,79	1346,38	5,66	237,8765
								2,33						71,74	4,45			1346,38	4,56	312,42
55	69,43	6,50	6,10	1293,00	1295,00	743,00	552	2,34	2,43	12,25	84,33	3,42	15,67	78,20	3,42	157,00	2028,03	1804,94	4,14	435,9769
56	71,17	6,50	6,10	1291,00	1298,00	741,00	557	2,32	2,43	12,12	83,45	4,43	16,55	73,23	4,43	120,00	1563,96	1391,92	5,73	242,9186
								2,33						75,71	3,92			1804,94	4,94	339,45
57	69,22	7,00	6,54	1296,00	1301,00	740,00	561	2,31	2,41	12,95	82,78	4,26	17,22	75,23	4,26	160,00	2065,38	1776,23	3,80	467,4288
58	68,47	7,00	6,54	1298,00	1304,00	747,00	557	2,33	2,41	13,06	83,51	3,43	16,49	79,21	3,43	140,00	1816,35	1616,55	4,20	384,8926
								2,32						77,22	3,85			1776,23	4,00	426,16

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

(Purnomo Sapto H.)

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar Crumb Rubber No. Mesh 10 dan No. Mesh 40.



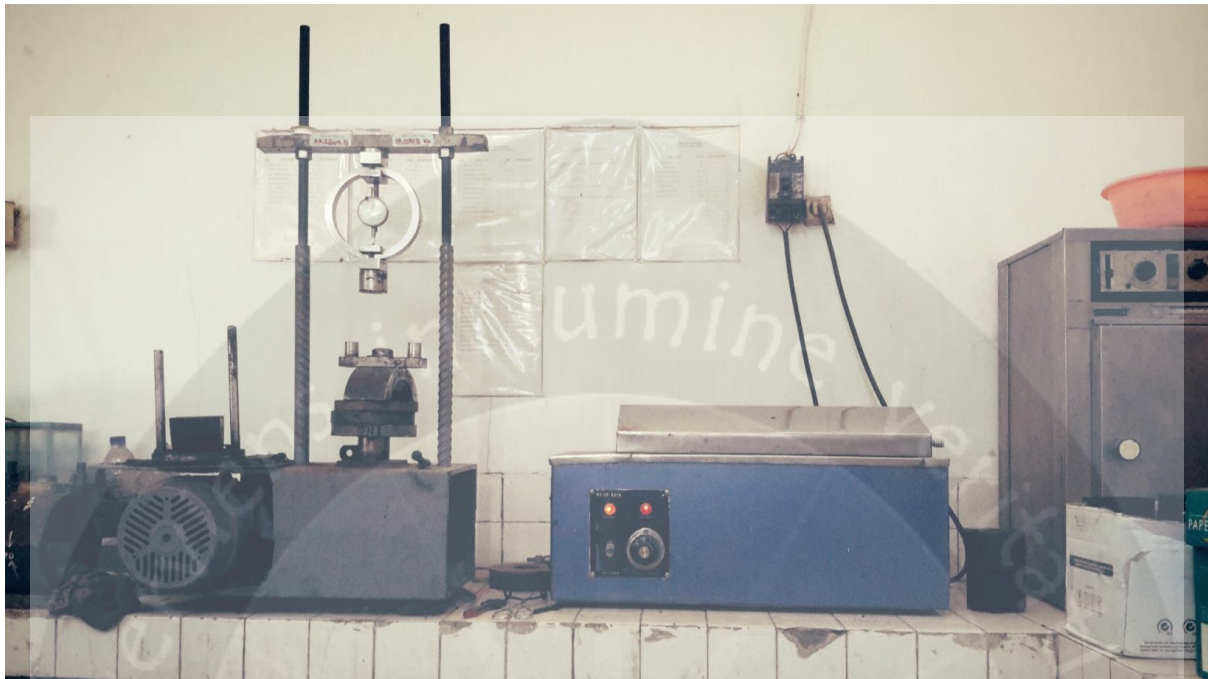
Gambar Proses Penyiapan Campuran Agregat.



Gambar Briket Benda Uji.



Gambar Pengecekan Suhu Waterbath.



Gambar Alat Marshall Test dan Waterbath.