

KARAKTERISTIK SIFAT FISIK DAUR ULANG LAPIS PERKERASAN ASPAL (Pemeliharaan Rutin Jalan Paguyaman – Jalan Tabulo Kabupaten Boalemo)

Disusun Oleh :

Harris Mato

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil
Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA
bukustitek@yahoo.com

ABSTRAK

Berangkat dari Permasalahan Energi dewasa ini telah menuntut kita untuk berupaya memikirkan Alternatif penyelesaian Masalah Energi yang kedepan nanti membutuhkan Penguasaan dan Pemahaman informasi tentang Rekayasa, salah satu cara Alternatif itu khususnya dibidang Rekayasa Jalan Raya adalah teknologi Daur Ulang (Recycling).

Tulisan ini merupakan rangkaian penelitian yang memaparkan tingkat kelayakan Daur Ulang yang dihubungkan dengan acuan spesifikasi yang berlaku, dengan meneliti sejauh mana tingkat Stabilitas Aspal Daur Ulang dengan mengamati perubahan sifat fisik Aspal Daur Ulang yang dikomposisikan dengan bahan penambah lainnya.

Skenario dari penelitian ini adalah dengan mengekstraksi Aspal Bongkaran Lama kemudian menguji dan menganalisa dihubungkan terhadap persyaratan yang berlaku (Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2010), kemudian kita tentukan kadar aspal Optimumnya dengan memvariasikan kadar aspal 4,0% , 4,5% , 5,0% , 5,5% , 6,0% , 6,5% kemudian kita analisis dengan standar Uji Marshal dilaboratorium beserta nilai Nilai Rongganya dan uji Rendaman Marshall.

Dari hasil uji Laboratorium bahwa Kadar Aspal Bongkaran yang memenuhi persyaratan untuk kadar Aspal 6,5% dan semakin menurun stabilitasnya jika kadar aspalnya bertambah walaupun nilai rongganya memenuhi.

Kata Kunci : Aspal Daur Ulang, Marshall Test

ABSTRACT

Departing from today's energy problems has demanded us to try to think alternative energy future settlement problems later requires mastery and understanding of information about the tech, it's one way of alternatives especially in the field of Highway Engineering is a technology Recycling.

This paper describes a series of feasibility level study Recycling associated with the applicable reference specifications, by examining the extent of Recycled Asphalt Stability the observed changes in the physical properties of Recycled Asphalt to be composed with other additive materials.

The scenario of this study is to extract the old asphalt pavement or often called RAP (reclaimed Asphalt Pavement) then test and analyze linked to the applicable requirements (Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2010), then we determine the optimum bitumen content by varying bitumen content 4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, and then we analyze the Marshall standard laboratory test with the value Immersion Marshall and voids ratio.

From the results of laboratory tests that pavement Asphalt levels that meet the requirements for asphalt content of 6.5% and decreased its stability if the asphalt content increases even though the void ratio meets

Key Words : Recycling, Marshall Test

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Menghadapi Era Globalisasi sekarang ini sangat membutuhkan ketersediaan energi alternatif yang ada karena tingkat perkembangan kebutuhan energi yang tidak terbarukan sangat tidak sesuai dengan tingkat ketersediaan energi yang ada, sehingga mau atau tidak, kita dituntut untuk segera memikirkan ketersediaan Energi alternatif lain.

Seiring dengan perkembangan ekonomi dan teknologi, kegiatan masyarakat semakin meningkat. Peningkatan kegiatan masyarakat berdampak juga terhadap peningkatan kegiatan transportasi. Transportasi darat di Indonesia masih berperan besar dalam mobilitas masyarakat. Sebagai negara berkembang, dengan pendapatan Perkapita yang relatif kecil menyebabkan masyarakat menengah ke bawah pada umumnya lebih memilih jalur darat.

Perbaikan transportasi jalan raya terus dikembangkan menuju terciptanya jaringan transportasi yang handal, efisien dan mampu mendukung Industrialisasi dalam upaya pemerataan pembangunan. Cara perbaikan jalan ada beberapa cara salah satu cara yang dilakukan sekarang dengan membongkar jalan lama dan mengganti dengan lapisan jalan yang baru. Cara seperti ini membuat jalan menjadi lebih awet dan tahan lama, karena kerusakan yang tidak terlihat pada jalan yang lama dapat dihilangkan.

Jalan beraspal sebagai salah satu prasarana transportasi di Indonesia belum sepenuhnya mencapai kondisi yang aman dan nyaman. Beberapa keadaan yang sering dijumpai adalah rendahnya tingkat layanan suatu ruas jalan dalam arti kondisi jalan tersebut masih jauh dari yang diharapkan

sehingga kondisi permukaan jalan menjadi tidak nyaman dan tidak aman lagi. Oleh karena itu kegiatan Perbaikan dan Pemeliharaan Jalan menjadi sangat penting untuk kelangsungan kegiatan transportasi.

Adanya kegiatan perbaikan dan pemeliharaan khususnya untuk jalan beraspal, Maka pada periode tertentu harus dilakukan pemeliharaan berkala dengan *overlay* atau pelapisan ulang permukaan lapis keras. *Overlay* yang dilakukan terus-menerus akan membentuk ketebalan jalan yang tinggi, sehingga dapat mengganggu *drainase*, ketinggian bahu jalan dan *kerb* jalan serta median. Selain itu pada suatu saat akan timbul kelangkaan material aspal, masalah ini harus diantisipasi sedini mungkin karena aspal sebagai residu minyak bumi merupakan bahan yang tidak terbarukan.

Bongkaran lapisan aspal itu praktis menjadi limbah tidak berguna biasa disebut RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*), sehingga menimbulkan permasalahan yang baru. Isu lingkungan dalam konstruksi perkerasan jalan mendorong kuat penggunaan material RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) dengan teknologi daur ulang atau *recycling*.

Proses *Recycling* menurut kamus diartikan sebagai proses daur ulang dengan memanfaatkan bahan bekas untuk diolah menjadi barang baru yang memiliki nilai guna. RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) merupakan bongkaran jalan dan biasanya digunakan untuk urugan dan juga biasa menjadi limbah yang tak berguna, sekarang ini dengan berkembangnya pembangunan ketersediaan material agregat sangat sedikit, walaupun ada harganya telah semakin tinggi selain itu juga semakin sedikitnya ketersediaan aspal, dan harganya telah sangat mahal.

Metode daur ulang dibedakan menjadi

dua, yaitu *Cold Mix Recycling* yaitu proses daur ulang tanpa dipanaskan, bisa juga ditambah semen dan pengikat aspal emulsi, dan *Hot Mix Recycling* yaitu yaitu proses daur ulang yang dipanaskan di AMP (*Asphalt Mixer Plant*). Dalam penelitian ini material Aspal Bongkaran digunakan untuk pemeliharaan lapis perkerasan jalan dengan metode *Hot Mix Recycling* dengan metode manual.

Untuk mengetahui sifat jenis material Aspal Bongkaran, dilakukan penelitian karakteristik dan daya dukung material Aspal Bongkaran sehingga dapat digunakan untuk lapis perkerasan jalan. Apabila Aspal Bongkaran tidak memenuhi spesifikasinya untuk lapis perkerasan jalan maka material Aspal Bongkaran perlu bahan tambah misal material baru dan juga bisa menambahkan filler kedalam material Aspal Bongkaran, agar material Aspal Bongkaran tersebut dapat memenuhi spesifikasi untuk lapis perkerasan jalan.

Untuk memenuhi spesifikasi lapis perkerasan jalan tidaklah mudah karena bahan dasar yang digunakan adalah RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) yang merupakan agregat kasar yang diselimuti aspal sehingga perlu cara pencampuran proporsi antara aspal bongkaran dan bahan tambah yang sesuai.

Namun dengan inovasi teknologi sekarang ini bongkaran aspal dapat didaur ulang dengan penggunaan teknologi seperti di negara maju. Metode daur ulang sangat potensial untuk diterapkan pada kegiatan perbaikan dan pemeliharaan jalan khususnya Jalan Perkotaan, Jalan Kabupaten, Jalan Propinsi dan Jalan Nasional yang perkembangannya sudah semakin maju sama seperti yang telah diuji coba oleh PT Tindodi Karya Lestari (2007) di Pantura Jawa dan juga telah diuji coba di Jalan Nasional Sumatera Selatan Tepatnya Jalan Betung – Sekayu I.

Teknik daur ulang dilakukan dengan cara menggunakan mesin penggaruk/pengupas lapis permukaan jalan aspal (*Cold Milling*) dengan ketebalan tertentu, menggemburkan dan mencampurnya dalam keadaan panas

maupun dingin dengan menambah aspal, agregat dan *modifier* apabila diperlukan, kemudian menghamparkannya di atas jalan lama tanpa menambah tebal lapis permukaannya. Menurut Soedharmanto dan Dardak (1991) proses daur ulang untuk kondisi jalan di Indonesia mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Ketebalannya lebih dari 10 cm.
2. Kadar aspal sekitar 5,5 sampai 6,5 % .
3. Nilai struktur sisa dari jalan yang akan ditingkatkan harus dalam kondisi minimal 40% agar bahan yang didaur ulang kualitasnya masih layak dan menguntungkan secara ekonomi.

Ruas Paguyaman-Tabulo Kabupaten Boalemo adalah salah satu bagian Ruas Jalan Nasional yang ruang lingkup pengelolaan dan pengawasannya ada pada PPK-05 Paguyaman-Marisa Balai Penyelenggara Jalan Nasional XI (BPJN-XI) Manado. Dimana dalam pelaksanaan pemeliharaan Berkala sering terdapat bahan bongkaran aspal yang sekiranya masih dapat digunakan dalam pemeliharaan penambalan lubang (*patching*) dengan mengacu pada spesifikasi yang ada mengingat kondisi ketersediaan material pada lokasi-lokasi tertentu sulit didapatkan yang tentunya akan mempengaruhi nilai ekonomis bahan yang digunakan.

RUMUSAN MASALAH

Bagaimana proses analisa daur ulang bongkaran aspal terhadap sifat-sifat fisik aspal beton serta menganalisa kelayakan bahan bongkaran Aspal tersebut terhadap kondisi nyata pelaksanaan pemeliharaan jalan khususnya untuk ruas jalan pada penelitian ini.

TUJUAN PENELITIAN

1. Memanfaatkan bahan material bongkaran aspal agar bisa digunakan kembali sebagai perbaikan/lapis kembali permukaan jalan.

2. Meneliti sampai sejauh mana penurunan sifat-sifat fisik beton aspal setelah difungsikan sebagai lapis permukaan sebagai perbandingan dalam pemeliharaan ruas jalan.
3. Meneliti seberapa besar kekuatan campuran aspal Bongkaran yang dikombinasi dengan aspal dan agregat baru.
- f. Ikut serta mendukung program pemerintah dalam hal penghematan energi yang dikenal dengan **3R** (*Reduce, Reuse, Recycling*) dan ikut pula mendukung anjuran pemerintah dalam pemanfaatan energi alternatif.

MANFAAT PENELITIAN

1. Secara Teoritis

- a. Diharapkan mampu menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan dibidang rekayasa jalan raya terutama dibidang rekonstruksi daur ulang permukaan aspal.
- b. Memberikan masukan bagi pemerintah dan masyarakat luas tentang pentingnya penguasaan tentang teknologi daur ulang dibidang rekonstruksi jalan raya.
- c. Menambah referensi perbandingan bagi para pelaksana pemeliharaan jalan mengenai karakteristik fisik bahan daur ulang aspal.

2. Manfaat Praktis

- a. Mengurangi limbah bongkaran jalan lama.
- b. Ikut serta dalam rangka mengurangi tingkat biaya Pemeliharaan Ruas Jalan secara tepat guna dan berhasil guna.
- c. Mengetahui sejauh mana karakteristik aspal bongkaran yang digunakan dalam Pemeliharaan Ruas Jalan Paguyaman-Tabulo.
- d. Memberikan bukti nyata kepada masyarakat luar bahwa material bongkaran aspal masih dapat digunakan untuk lapis perkerasan jalan.
- e. Memberikan cara pandang baru pada masyarakat tentang konsep bongkaran aspal lama yang masih dianggap sebagai limbah.

3. Pembatasan Masalah

Mengingat kompleksnya masalah yang ada pada Penelitian ini maka diperlukan batasan pembahasan antara lain:

- a. Penelitian yang dilakukan terbatas pada pengujian laboratorium dan tidak melakukan pengujian lapangan.
- b. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan daur ulang bongkaran aspal lama RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) yakni metode *Hot Mix Recycling* secara manual dilapangan.
- c. Bahan bongkaran yang didaur ulang dimodifikasi sampai tingkat standar atau memenuhi syarat spesifikasi yang ditentukan, bukan sampai kepada optimasi apalagi efisiensi yang lebih baik dari lapis perkerasan baru.
- d. Bahan bongkaran diambil dari kegiatan pemeliharaan berkala tahun 2011 di ruas Jalan Paguyaman – Tabulo, Kabupaten Boalemo pada daerah yang mengalami lendutan perkerasan aspal terutama di Km 134.
- e. Bahan aspal menggunakan aspal Pertamina dengan tingkat konsistensi (penetrasi 60/70).
- f. Uji bahan dilakukan berdasarkan pada Petunjuk spesifikasi Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya
- g. Perencanaan gradasi campuran menggunakan campuran Lapis Aspal Beton (LASTON) untuk lapis permukaan AC-BC (*Asphalt Concrete Base Course*) menggunakan metoda tes Marshall.

- h. Uji Indek Stabilitas Sisa dinyatakan dalam uji perendaman Marshall (Marshall Immersion Test) selama 24 jam dengan suhu 60° C dan ditunjukkan dalam indeks stabilitas sisa (Index Retained Strenght).
 - i. Penelitian yang dilakukan tidak membahas faktor kimiawi dan aspek ekonomi.
- bertambahnya butiran halus sebagai akibat dari proses daur ulang maka kita perlu juga memeriksa material dengan uji Gradasi.
- d. Pengaruh bahan pengikat (aspal) akibat adanya proses penuaan aspal dari bahan bongkaran aspal sehingga kita perlu pula untuk menguji daktilitas aspalnya.

ISI UTAMA

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode perbandingan dengan cara melakukan pengujian laboratorium pada benda uji *Marshall* yang dibuat berdasarkan hasil uji *ekstraksi* bahan bongkaran aspal yang divariasikan terhadap kadar aspal dengan mengacu pada pedoman Spesifikasi Umum (2010) *Divisi 6, Perencanaan campuran aspal panas*, kemudian hasilnya kita bandingkan dengan hasil formula campuran aspal lama. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas:

PENGUJIAN BAHAN

Dengan kompleksnya permasalahan pada bahan daur ulang serta keterbatasan waktu, pemeriksaan material dibatasi pada pemeriksaan gradasi, uji abrasi, uji daktilitas aspal dan uji penetrasi aspal mengingat secara “*historis*” bahan bongkaran aspal tersebut sudah lolos sebagai bahan pembentuk aspal beton dengan asumsi pertimbangan sebagai berikut :

- a. Pengaruh butiran akibat berubahnya porsi agregat pembentuk sebagai akibat dari proses penggarukan sehingga kita perlu meninjau kembali gradasi agregat pembentuk aspal beton dengan uji gradasi.
- b. Pengaruh kekuatan agregat bahan bongkaran dihubungkan dengan adanya pemanasan berulang yang mempengaruhi kekuatan material (getas) sehingga kita perlu memeriksa dengan uji abrasi.
- c. Pengaruh berubahnya bahan pengisi (*filler*) sebagai akibat dari

PENGUJIAN KADAR ASPAL

Untuk mencari kadar aspal bongkaran lama dengan uji ekstraksi, dalam pengujian ini kita akan mendapatkan juga bagaimana komposisi gradasi dari material aspal bongkaran sehingga kita nantinya dapat melakukan perubahan komposisi yang sesuai dengan syarat-syarat Gradasi apabila syarat gradasi tidak memenuhi. Pemeriksaan awal secara garis besar meliputi :

- a. Pemeriksaan Analisa Saringan
- b. Pemeriksaan Keausan Agregat
- c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan
- d. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

PEMBUATAN BENDA UJI

Dibuat 24 benda uji untuk keperluan pengujian standar berdasarkan agregat hasil ekstraksi, termasuk kondisi perendaman dengan kadar aspal bervariasi, dari beberapa kadar aspal tersebut dapat ditentukan kadar aspal optimumnya. Pengujian tahap pertama menggunakan metoda *Marshall test*, dimana akan didapat sifat-sifatnya terdiri atas analisis kerapatan dan rongga campuran antara lain, berat jenis maksimum teoritis campuran, *VMA*, *VIM*, *VFA*, dan absorpsi. Hasil pengujian benda uji terdiri atas stabilitas, *flow*, *MQ*, dan Indek Kekuatan Rendaman *Marshall*.

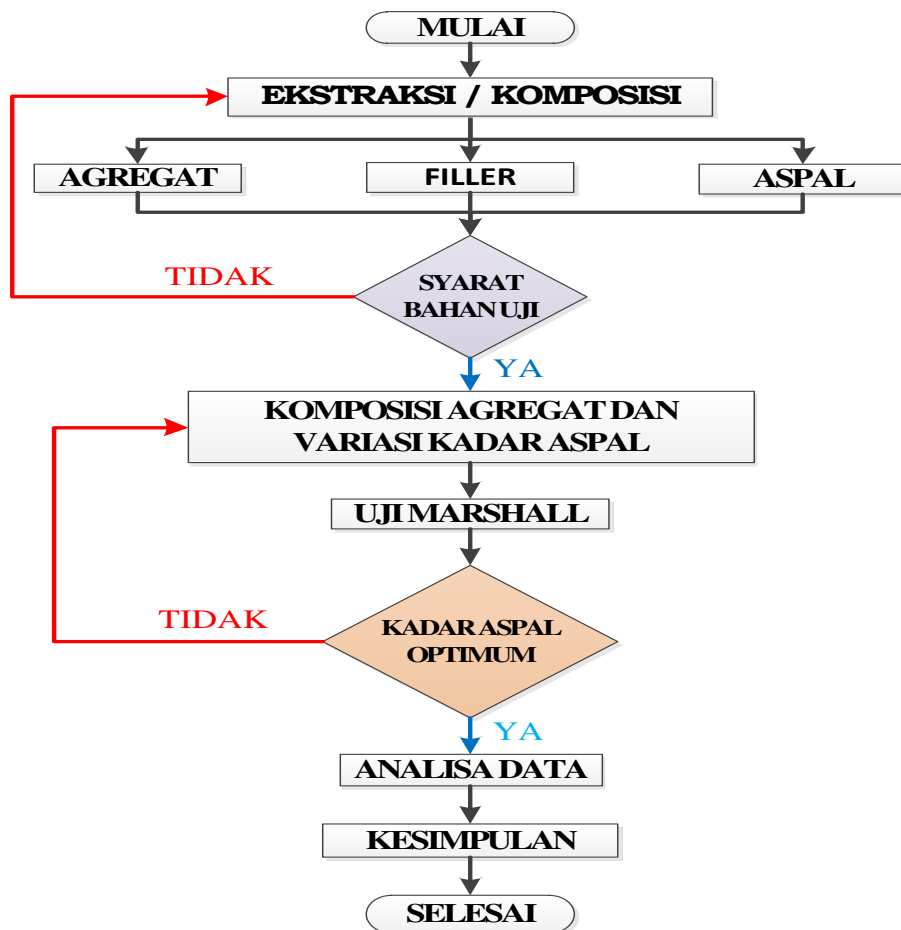
PENGUJIAN TAHAP KEDUA

Melakukan pengujian *Marshall* dengan metode perendaman selama 24 jam dan dibandingkan terhadap kekuatan kondisi standar berdasarkan desain campuran dengan kadar aspal optimum yang diperoleh

dari pengujian tahap pertama, kemudian dilakukan pengujian berdasarkan metoda *Marshall test* dengan variasi kadar aspal baru dan menggunakan agregat ekstraksi (bongkaran aspal) serta agregat baru.

BAGAN ALIR PENELITIAN

Bagan alir pelaksanaan penelitian di Laboratorium Pelaksanaan dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu : dimulai dengan uji ekstraksi dari sampel bongkaran aspal yang diambil dari lapangan, pemeriksaan bahan (agregat ,aspal), penentuan gradasi campuran (target gradasi) dan pembuatan resep campuran , pengujian secara skematis dapat dilihat pada berikut ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

SUMBER DATA

Penelitian ini menggunakan dua sumber data yaitu Data Laboratorium sebagai data primer dan data hasil formula campuran aspal lama sebagai data pembanding.

UJI LABORATORIUM

Data Laboratorium yang akan digunakan adalah beberapa hasil pengujian

material. Berikut adalah jenis pengujian yang digunakan :

1. Uji Ekstraksi

Pemeriksaan ini disamping kita dapat mengetahui kadar aspal bongkaran kita dapat juga mendapatkan komposisi gradasi dari bongkaran aspal lama sesuai dengan SNI 03-6894-2002 tentang ekstraksi material untuk gradasi (lihat lampiran SNI 03-6894-2002).

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Bongkaran Aspal

DATA UJI LABORATORIUM						NAMA PENGUJI : HANRIS MATO Cs			
MATERIAL BONGKARAN ASPAL						SUMBER : RUAS PAGUYAMAN-TABULO			
WEIGHT GRAMS									
BEFORE EXTRACTION	AFTER EXTRACTION	SELISIH EKSTRAKSI I	FILTER BEFORE EKSTRAKSI	FILTER AFTER EKSTRAKSI	SELISIH	AC in MIX (gram)	% AC in MIX	% AC in JMF	REMARK
A	B	C = A - B	D	E	F = E - D	G = C - F	H = 100 x G/A	I	J
1200	1157,1	42,9	4,7	6,5	1,8	41,1	3,425		AC BC

2. Uji Analisa Saringan Hasil Ekstraksi

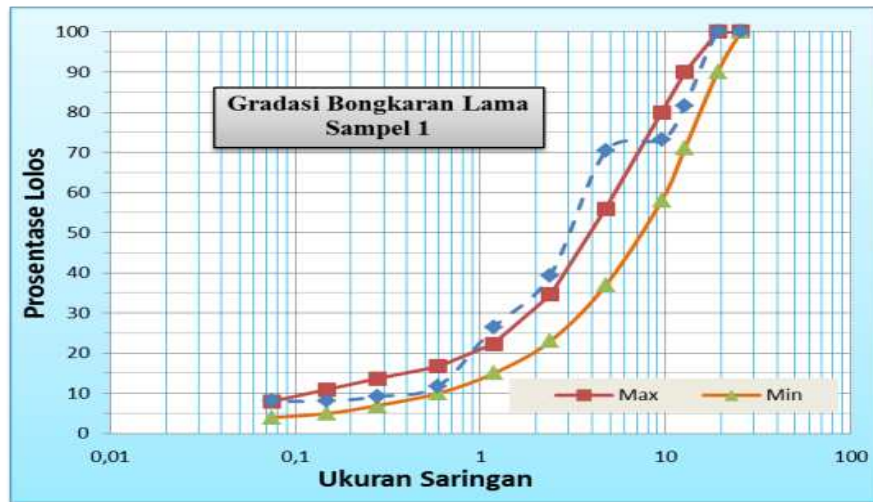
Setelah bahan bongkaran aspal kita ekstraksi kemudian kita mengujinya dengan Analisa Saringan (SNI 03-6822- 2002).

Selanjutnya dari hasil uji saringan ini kita sesuaikan dengan persyaratan gradasi

yang ada dalam spesifikasi, jika terdapat agregat yang tidak memenuhi maka kita harus mengadakan perubahan dengan cara pencampuran kembali agregat kemudian kita analisa lagi gradasinya.

Tabel 2. Hasil uji Gradasi Bongkaran Aspal

TOTAL = 1.158,90 grams				Prosentase		SPEC. LASTON AC BC	
SIEVE		Berat Tertahan		Tertahan	Lolos	Min	Max
NO.		Tertahan	Kumulatif				
25,4	1"				100,00	100,00	100,00
19,1	3/4"	-	-	-	100,00	90,00	100,00
12,7	1/2"	212,55	212,55	18,34	81,66	71,00	90,00
9,52	3/8"	98,77	311,32	26,86	73,14	58,00	80,00
4,76	# 4	32,00	343,32	29,62	70,38	37,00	56,00
2,38	# 8	359,00	702,32	60,60	39,40	23,00	34,60
1,18	# 16	150,00	852,32	73,55	26,45	15,00	22,30
0,59	# 30	170,00	1.022,32	88,21	11,79	10,00	16,70
0,279	# 50	30,00	1.052,32	90,80	9,20	7,00	13,70
0,149	# 100	12,76	1.065,08	91,90	8,10	5,00	11,00
0,075	# 200	0,23	1.065,31	91,92	8,08	4,00	8,00
	pan	93,59	1.158,90	100,00	-	-	-



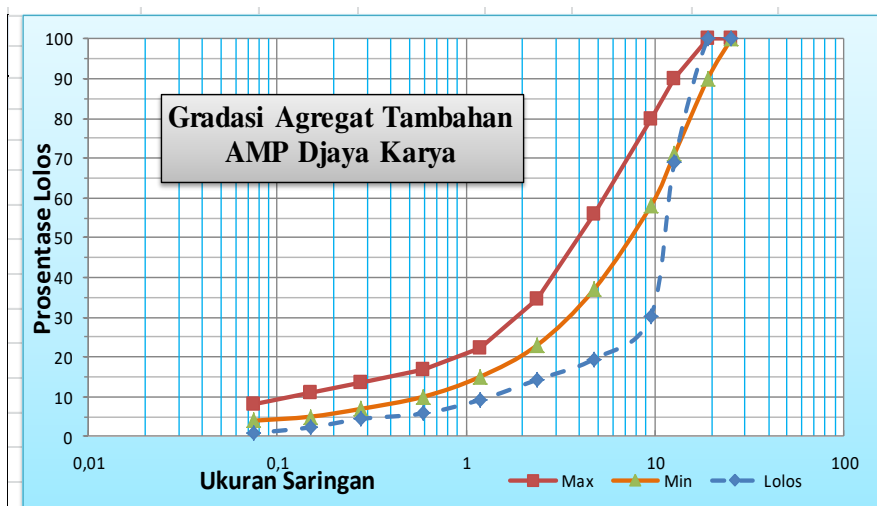
Gambar 2. Gradasi Bongkaran Aspal

3. Uji Gradasi Bahan Penambah

Tabel 3 Hasil Uji Gradasi Bahan Penambah

SAMPLE 3

TOTAL = 2.000,00 grams		Prosentase		SPEC. LASTON AC BC	
SIEVE	Berat Tertahan	Tertahan	Lolos	Min	Max
NO.					
25,4	1"		100,00	100,00	100,00
19,1	3/4"	-	100,00	90,00	100,00
12,7	1/2"	622,11	68,89	71,00	90,00
9,52	3/8"	772,50	30,27	58,00	80,00
4,76	# 4	215,30	19,50	37,00	56,00
2,38	# 8	104,00	14,30	23,00	34,60
1,18	# 16	102,00	9,20	15,00	22,30
0,59	# 30	68,00	5,80	10,00	16,70
0,279	# 50	27,00	4,45	7,00	13,70
0,149	# 100	43,00	2,30	5,00	11,00
0,075	# 200	29,00	0,85	4,00	8,00
	pan	17,09	100,00	-	-



Gambar 3. Gradasi Bahan Penambah

ANALISA PROSENTASE GABUNGAN

Prosentase Agregat Gabungan kita dapat melakukan cara coba-coba dengan bantuan program Excel dimana tujuan kita mencari berapa besar prosentase masing-masing agregat yang akan digabung dan menghasilkan gradasi sesuai spesifikasi.

Penggabungan ini dapat terdiri dari dua atau lebih agregat yang digabung dengan pertimbangan untuk melebihi porsi untuk agregat yang lebih murah dan mudah didapatkan, untuk penelitian ini hanya menggabungkan dua agregat antara aspal bongkaran dan batu pecah.

Perhitungan untuk mencari prosentase gabungan tersebut Misalnya seperti untuk menghitung agregat gabungan pada saringan 1/2" seperti yang ada pada tabel 4 berikut ini diperoleh dengan :

$$= \left[\frac{81,66}{100} \right] \times 71 \% + \left[\frac{68,89}{100} \right] \times 29 \%$$

$$= 77,96 \% \text{ (jumlah prosentase Gabungan untuk saringan 1/2")}$$

Demikian pula untuk saringan yang lainnya kita dapat menghitungnya dengan bantuan program *microsoft excel* kita dapat membuat tabel 4 untuk mencari berapa besar prosentase masing masing agregat gabungan.

Setelah dilakukan coba-coba terhadap besarnya prosentase gabungan antara agregat bongkaran dan agregat batu pecah kita mendapatkan prosentase 71% aspal bongkaran dan 29% batu pecah yang memenuhi persyaratan spesifikasi

Tabel 4. Analisa Menghitung Presentase Gabungan

PERHITUNGAN GRADASI GABUNGAN PEKERJAAN HOT MIX AC. BCCs.								
dalam prosentase (%)								
NOMOR SIEVE	UKURAN (mm)	BONGKARAN ASPAL (RAP)	Batu Pecah 15/20	Gabungan	Larangan	Fuller	SPEC	AC-BC
a	b	c	d	$e = (x/100)*c + (y/100)*d$			Min	Max
Spesifikasi Agregat								
1 1/2"								
1 "	25,4	100,00	100,00	100,00		100,0	100,00	100,00
3/4 "	19,0	100,00	100,00	100,00		100,0	90,00	100,00
1/2 "	12,5	81,66	68,89	77,96		82,8	71,00	90,00
3/8 "	9,5	73,14	30,27	60,71		73,2	58,00	80,00
No. 4	4,75	70,38	19,50	55,62		53,6	37,00	56,00
#8	2,36	39,40	14,30	32,12	34,6	39,1	23,00	34,60
#16	1,18	26,45	9,20	21,45	22.3-28.3	28,6	15,00	22,30
#30	0,600	11,79	5,80	10,05	16.7-20.7	21,1	10,00	16,70
#50	0,300	9,20	4,45	7,82	13,7	15,5	7,00	13,70
#100	0,150	8,10	2,30	6,42		11,3	5,00	11,00
#200	0,075	8,08	0,85	5,98		8,3	4,00	8,00

Dari hasil Gradasi Gabungan yang telah sesuai dengan Persyaratan Gradasi tadi kita sudah dapat menyusun komposisi Campuran Aspal Panas, berdasarkan prosentase kadar aspal rencana sesuai dengan spek RSNI-M-06-2004 yang nantinya akan divariasikan, sedangkan rumus Aspal Rencana dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Pb = 0,035 (\%AK) + 0,045 (\%AH) + 0,18 (\%BP) + \text{konstanta}$$

Dimana :

- Pb = Perkiraan Kadar Aspal Rencana
- AK = Agregat yang tertahan pada saringan no.8
- AH = Agregat yang Lolos pada Saringan no.8
- BP = Bahan Pengisi Lolos Saringan no. 200
- Konstanta 0,5 – 1 untuk Laston dan 1 –2 untuk Lataston

Tabel 5. Gradasi Gabungan Agregat

TOTAL = 1.200,00 grams		Berat Tertahan		Presentase		SPEC. LASTON AC BC	
SIEVE NO.	Tertahan	Kumulatif	Tertahan	Lolos	Min	Max	
25,4	1"	-	-	100,00	100,00	100,00	
19,1	3/4"	-	-	100,00	90,00	100,00	
12,7	1/2"	264,51	264,51	22,04	77,96	71,00	90,00
9,52	3/8"	207,03	471,54	39,29	60,71	58,00	80,00
4,76	# 4	60,99	532,53	44,38	55,62	37,00	56,00
2,38	# 8	282,03	814,55	67,88	32,12	23,00	34,60
1,18	# 16	128,02	942,58	78,55	21,45	15,00	22,30
0,59	# 30	136,81	1.079,39	89,95	10,05	10,00	16,70
0,279	# 50	26,75	1.106,14	92,18	7,82	7,00	13,70
0,149	# 100	16,86	1.123,01	93,58	6,42	5,00	11,00
0,075	# 200	5,22	1.128,22	94,02	5,98	4,00	8,00
	pan	71,78	1.200,00	100,00	-	-	-

PK = 0,68; AH= 0,032; BP = 0,06 dan Dengan konstanta aspal beton 0,5 maka kadar Pb (kadar aspal Rencana) adalah 5,5%.

ANALISA KOMPOSISI GABUNGAN UNTUK UJI MARSHALL

Tabel 6. Komposisi Gabungan

No.	Uraian	Komposisi	4,00	4,50	5,00	Kadar Aspal (%) 5,50	6,00	6,50
1	BONGKARAN ASPAL (RA)	71	68,16	67,81	67,45	67,10	66,74	66,39
2	Batu Pecah 15/20	29	27,84	27,70	27,55	27,41	27,26	27,12
	Jumlah	100	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

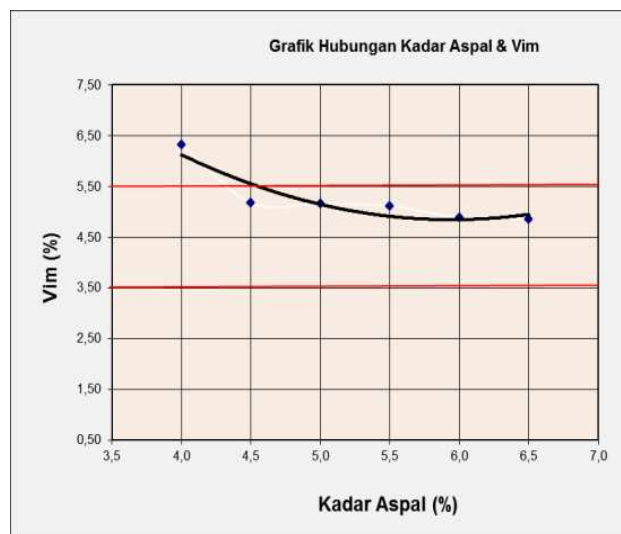
HASIL UJI MARSHALL

Tabel 7. Hasil Uji Marshall

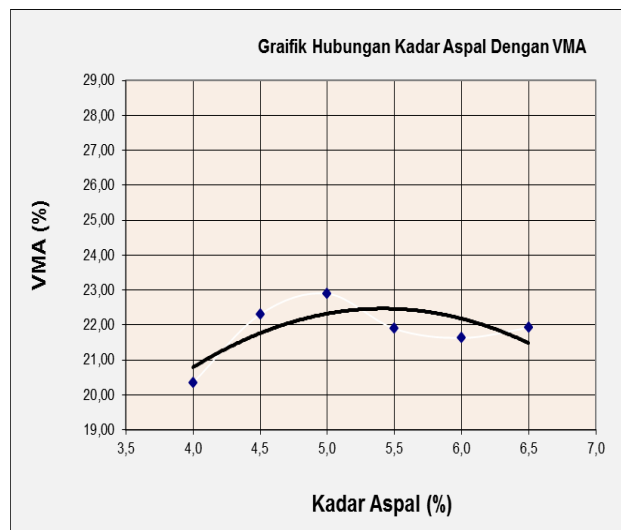
Kadar Aspal (%)	Berat Jenis (t/m ³)	Vim (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall (%)
4,0	2,27	6,33	20,35	43,30	944,87	3,05	309,79
4,5	2,22	5,18	22,31	43,56	983,42	3,15	312,20
5,0	2,22	5,16	22,90	47,05	1211,14	4,15	291,84
5,5	2,26	5,12	21,90	55,12	1265,63	3,10	408,27
6,0	2,28	4,89	21,63	61,40	1294,29	3,70	349,81
6,5	2,28	4,86	21,93	65,72	1256,18	3,20	392,56
	Min 2,5	3,5 - 5,0	Min 14	Min 63	Min 800	Min 3	Min 250



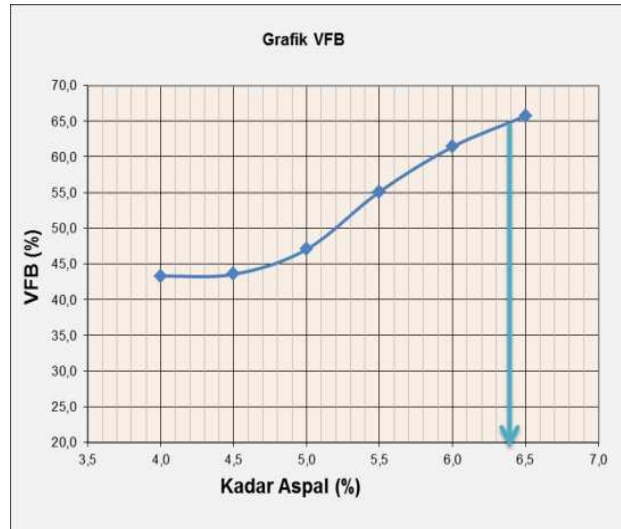
Gambar 4. Grafik Berat Jenis & Kadar Aspal



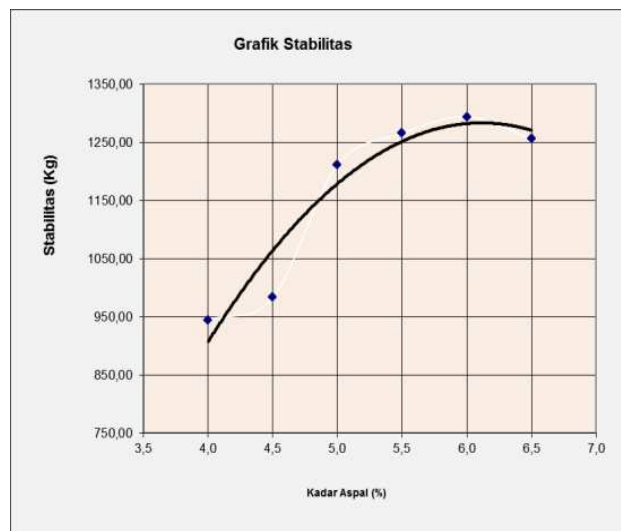
Gambar 5. Grafik VIM & Kadar Aspal



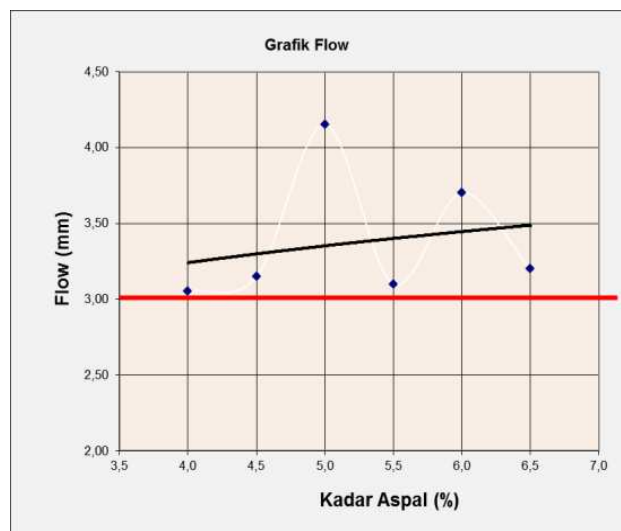
Gambar 6. Grafik VMA & Kadar Aspal



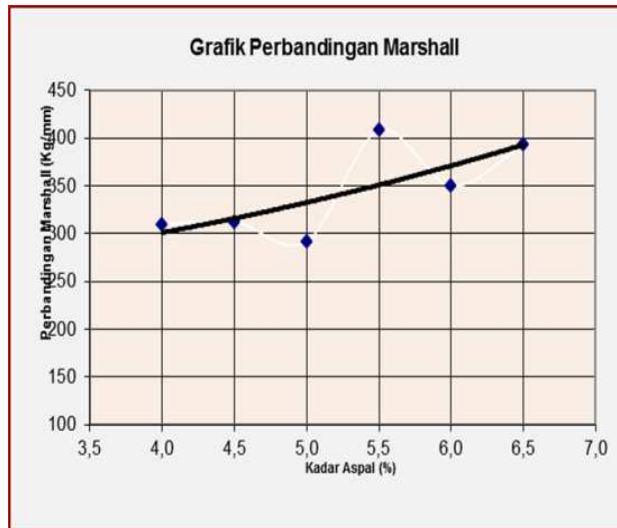
Gambar 7. Grafik VFB & Kadar Aspal



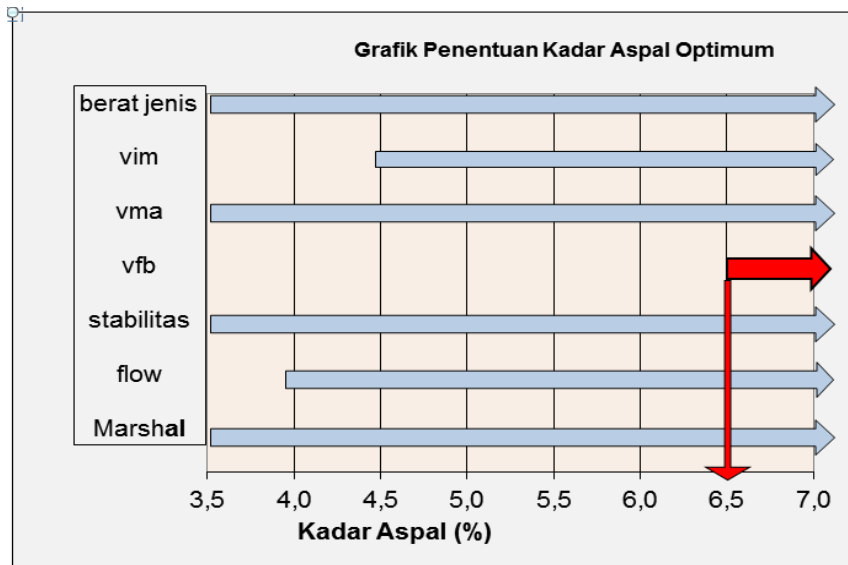
Gambar 8. Grafik Stabilitas & Kadar Aspal



Gambar 9. Grafik Flow & Kadar Aspal



Gambar 10. Grafik Perbandingan Marshall & Kadar Aspal



Gambar 11. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil uji Marshall Tersebut kita dapat menentukan besarnya kadar aspal optimum dengan cara grafis di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa besarnya kadar aspal optimum yang memenuhi semua syarat uji Marshall adalah sebesar 6,50%.

PENGUJIAN INDEKS SISA STABILITAS MARSHALL (ISS)

Daya ikat berkelanjutan dari aspal terhadap agregat kasar dalam campuran bersifat sangat penting bagi kemampuan

layanan dari perkerasan lentur. Ini karena salah satu kegagalan perkerasan lentur biasanya terkait dengan masalah kehilangan daya ikat ataupun pengelupasan film aspal dalam campuran.

Pada sebagian besar agregat, daya ikat terhadap air jauh lebih besar jika dibandingkan terhadap aspal, karena air memiliki *wetting power* yang jauh lebih besar dari aspal (Soeprapto, 1995). Keberadaan debu yang berlebihan pada agregat juga akan berakibat kegagalan pengikatan ataupun berakibat munculnya

potensi kehilangan daya ikat campuran.

Uji perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion Test*) merupakan uji lanjutan dari uji *Marshall* sebelumnya, dengan maksud mengukur ketahanan daya ikat/adhesi campuran terhadap pengaruh air dan suhu (*water sensitivity and temperature susceptibility*). Nilai ISS diperoleh dengan Cara membandingkan stabilitas setelah perendaman selama 24 jam pada suhu $60^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan stabilitas selama setengah jam pada suhu yang sama, semakin besar

nilai ISS maka semakin besar tingkat durabilitas campuran tersebut. Bina Marga mensyaratkan lebih besar dari 75% untuk menjamin campuran tidak mengalami kehilangan daya ikat. Prosedur pengujian durabilitas mengikuti rujukan SNI M-58-1990. Perendaman benda uji dilakukan pada pada temperatur $60^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Masing-masing golongan terdiri dari 2 sampel yang direndam pada bak perendam untuk semua variasi kadar aspal.

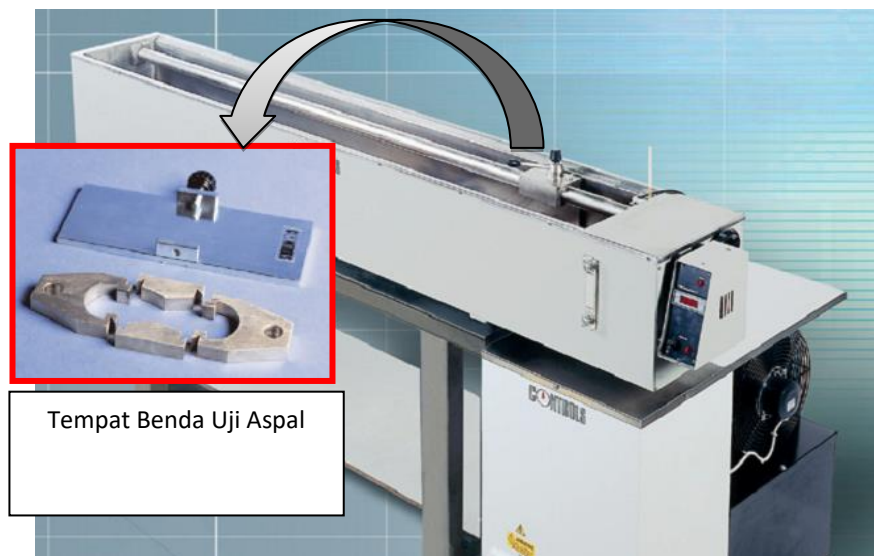
Tabel 8. Hasil Uji Redaman

KADAR ASPAL VARIASI =	4%	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
NILAI STABILITAS SISA =	94,13	97,19	95,94	95,29	101,77	112,92

UJI DAKTILITAS ASPAL

Daktilitas ditunjukkan oleh panjangnya benang aspal yang ditarik hingga putus.

Pengujian dilakukan dengan alat yang terdiri atas cetakan, bak air dan alat penarik contoh. Alat pengujian ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 12. Alat Uji *Daktilitas* Aspal
 (dokumentasi Laboratorium)

Setelah skenario percobaan ekstraksi untuk memperoleh jumlah kebutuhan sampel gradasi selesai maka kita juga masih harus mengetahui kondisi aspal pembentuknya dengan uji ekstraksi tetapi untuk jenis cairan pelarut khusus untuk

menentukan mutu dari kadar aspal, kita gunakan TCE (*trichloroethilene*) yang kemudian kita panaskan dalam oven selama 2 x 24 jam dengan suhu 110°C untuk menghilangkan TCE (*trichloroethilene*) Dari hasil uji tersebut kemudian kita uji daktilitas

aspal seperti yang ada pada gambar 13 dan hasil percobaan menunjukkan daktilitas aspal bongkaran yang mencapai **108,3 cm** yang ternyata masih memenuhi spesifikasi nilai minimalnya 100 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan mutu bahan dan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap dan didukung oleh perkembangan Teknologi Daur Ulang sekarang ini, maka Aspal Bongkaran secara umum masih layak untuk digunakan pada pemeliharaan jalan.

Dari hasil pengujian dilaboratorium terhadap Campuran **66,4% bongkaran Aspal Ekstraksi** ditambah **27,1% Batu Pecah Ukuran 15/20 mm** dan **Kadar Aspal sebesar 6,50%** yang menggambarkan tingkat kekuatan dari Aspal Bongkaran yang diuji terhadap persyaratan untuk pekerjaan LASTON (AC – BC) sebagaimana berikut ini :

1. Hasil nilai berat jenis yang menunjukkan bahwa semua kadar aspal masih memenuhi persyaratan sebesar minimal 2,5 (t/m^3)
2. Untuk hasil rongga *Void in Mixture* (VIM) yang masih memenuhi persyaratan yang masih berada antara 3,5 – 5,0 (%) pada semua kadar aspal yang diuji
3. Nilai *Void Mineral of Agregate* (VMA) yang masih juga memenuhi spesifikasi yaitu sebesar minimum 14 (%).
4. Hanya Nilai *Void Of Bitumen* (VFB) yang memenuhi pada kadar aspal 6,5 % saja sedang yang lainnya tidak memenuhi.
5. Nilai Stabilitas juga memenuhi yaitu minimal mempunyai Nilai 800 kg.
6. Nilai *Flow* yang terjadi juga masih memenuhi minimal 3 mm.
7. Nilai Marshall Quotient (MQ) masih memenuhi untuk semua kadar aspal yang diuji yaitu diatas dari 250

kg/mm

8. Sedangkan untuk nilai Stabilitas Sisa untuk semua kadar aspal yang diuji memenuhi yaitu melebihi nilai 80%.

Dari hasil laboratorium diatas kemudian kita gambarkan seperti pada Gambar 12 dan yang memenuhi semua kriteria adalah kadar aspal 6,5%. untuk aplikasi dilapangan kadar aspal tersebut masih harus kita koreksi dengan kadar aspal hasil ekstraksi sebesar 3,425% (Tabel 1) sehingga besarnya kadar aspal yang ditambahkan nanti sebesar 3,075 %.

Dengan pemanfaatan optimal maka teknik daur ulang dapat merupakan alternatif untuk kegiatan pemeliharaan dan rehabilitasi lapis perkerasan untuk menghemat material, energi dan terutama untuk ikut melaksanakan program pemerintah yang tepat guna dan tepat sasaran.

2. SARAN

Dalam pengambilan sample sebaiknya memperhatikan tingkat keseragaman dari material mengingat perbedaan pelaksanaan pada setiap ruas jalan dimana satu segmen mungkin dikerjakan oleh beberapa kontraktor pelaksana yang tentunya berbeda pula bahan dan proses pelaksanaannya.

Disarankan juga untuk mencoba penggunaan aplikasi software komputer untuk memudahkan dalam penentuan sifat-sifat *Marshall* sehingga dalam pelaksanaannya nanti lebih menghemat waktu dan biaya.

Dalam aplikasi lapangan untuk pemeliharaan ruas jalan sebaiknya memperhatikan kondisi Pondasi (*Base*) yang biasanya tidak memenuhi persyaratan lagi mengingat tingkat perkembangan beban yang melintasi ruas jalan yang dimaksud.

Untuk kedepan nanti diperlukan uji Lapangan terhadap Kekuatan Stabilitas terhadap kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASTHO, 1999, *Standard Spesification for Transportation Material and Methods of Sampling and testesting Part I Specifikation, 15th edition, AASTHO Publication Washington*
- AASTHO, 1999, *Standard Spesification for Transportation Material and Methods of Sampling and testesting Part II Specifikation, 15th edition, AASTHO Publication Washington*
- ASTM, 1980, *Annual Book of ASTM standards, part 15 Road Paving*
- ASTM, 1989, *Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixture using Marshall Apparatus*
- Badan Standar Nasional, 1989, Tata cara pelaksanaan LASTON untuk jalan raya SNI 03-1737-1989
- Badan Standar Nasional, 1991, Cara Uji Daktilitas Aspal, SNI 06-2432-1991
- Badan Standar Nasional, 2002, Metode Uji analisis saringan agregat hasil ekstraksi, SNI 03-6822-2002
- Badan Standar Nasional, 2002, Metode Uji kadar aspal dengan cara sentifus, SNI 03-6894-2002
- Badan Standar Nasional, 2003, Cara Uji Campuran Aspal Panas Dengan *Marshall*, RSNI M-01-2003
- Badan Standar Nasional, 2008, Cara Uji berat jenis agregat kasar, RSNI 1969:2008
- Badan Standar Nasional, 2008, Cara Uji berat jenis agregat halus, RSNI 1970:2008
- Bina Marga, 2010, Spesifikasi Umum Bina Marga, (2010)
- Bina Marga, 2008, Job mix Formula Tabulo-Marisa 2 propinsi Gorontalo
- Bina Marga, Buku 1 Petunjuk Umum, Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panass
- Hunter R N, (1994), *Bituminous Mixtures in Road Construction*, London
- Krebs, R.D, and Walter, R.D., 1971 *Highway Material, McGrawhil, USA*