

UJI EKSPERIMENTAL PEMANFATAN BATU KAPUR JAYAPURA SEBAGAI BAHAN TAMBAH (FILLER) UNTUK CAMPURAN ASPAL PANAS (HOT ROLLED SHEET/HRSBASE)

Rizal Nababan¹, Ardi A.Sila², Mamik Wantoro³, Milla Dwi A⁴, Pangeran Sitorus⁵

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Sains dan Teknologi, Universitas Yapis Papua.

^{2,3,4,5}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Sains dan Teknologi,

rizationalianto01@yahoo.com, ardi.azis.sila@gmail.com, mam_wanto@yahoo.co.id,

mdwiastari@gmail.com, pangeransitorus1@gmail.com

ABSTRAK

Rancangan campuran aspal panas (Hot mix) adalah nama lain dari aspal beton (Asphalt Concrete) yaitu suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari komponen-komponen agregat kasar, agregat halus, filler dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas. Nilai Stabilitas Maksimum campuran dengan bahan tambah (*filler*) semen adalah sebesar 2.290 kg dan nilai stabilitas untuk campuran dengan bahan tambah (*filler*) kapur sebesar 1350 kg, maka dengan hasil tersebut terjadi adanya penurunan Stabilitas, namun masih memenuhi batasan nilai Stabilitas yang disyaratkan yaitu minimum 800 kg. Nilai prosentase kadar rongga (*VIM*) campuran dengan bahan tambah (*filler*) adalah sebesar 4,8 % dan nilai prosentase untuk campuran dengan bahan tambah (*filler*) kapur sebesar 4,6 .Nilai Prosentase rongga campuran terisi aspal dengan bahan tambah (*filler*) Semen 72,5 % dan nilai campuran dengan bahan tambah (*filler*) Kapur 73,0 %, maka dengan hasil tersebut adanya kenaikan yang berakibat bertambahnya kadar Aspal yang digunakan dalam campuran, namun masih memenuhi persyaratan minimum 68,0%Nilai hasil bagi antara Stabilitas dan Kelelahan (*Marshall Quotient*) dengan bahan tambah (*filler*) Semen 330 kg/mm dan % dan nilai campuran dengan bahan tambah (*filler*) Kapur 335 kg/mm, dikarenakan makin menurunnya nilai kelelahan plastis maka nilai Marshall Quotienya akan menjadi lebih tinggi

Kata Kunci: batu kapur jayapura, bahan tambah, campuran aspal panas

ABSTRACT

*Hot mix design is another name for Asphalt Concrete, which is a mixture of flexible pavement consisting of coarse aggregate components, fine aggregates, fillers and asphalt binder with a certain ratio and mixed in hot conditions. The maximum Stability value of the mixture with cement additives is 2,290 kg and the stability value for the mixture with lime additives is 1350 kg, then with these results a decrease in stability occurs, but still meets the limits of the required Stability value, namely the minimum 800 kg. The percentage of cavity content (*VIM*) mixture with a filler material is 4.8% and the percentage value for a mixture with lime tamer (*filler*) is 4.6. Percentage of mixed cavity filled with asphalt with Cement filler material 72.5% and mixture value with Cretaceous filler material 73.0%, then with this result there is an increase which results in increasing Asphalt content used in the mixture, but still meets the requirements minimum 68.0% The value of the yield between Stability and Melt (*Marshall Quotient*) with Cement additives 330 kg / mm and% and the value of mixtures with Cretaceous filler material 335 kg / mm, due to the decreasing value of plastic melting then the Marshall Quotient value will be higher*

Keywords: Jayapura limestone, added material, hot rolled sheet asphalt

1. PENDAHULUAN

Rancangan campuran aspal panas (Hot mix) adalah nama lain dari aspal beton (Asphalt Concrete) yaitu suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari komponen-komponen agregat kasar, agregat halus, filler dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas. Dimana dalam mendapatkan campuran aspal panas yang baik perlu dilakukan perencanaan campuran dan usaha untuk memperoleh mutu yang baik, juga dapat digunakan suatu jenis bahan tambahan. Di Indonesia jenis campuran aspal panas yang lazim digunakan antara lain: Aspal beton (*Asphalt Concrete*), Hot Rolled Sheet (*HRS*). Banyak dilakukan percobaan-percobaan dengan menambahkan bahan tambahan untuk meningkatkan mutu perkerasan antara lain: *arbocel*, *plypropylene*, abu ampas tebu, *bottom ash* dan lain-lain. Studi kepustakaan tentang penambahan bahan tambahan memberikan pengaruh terhadap karakteristik masing-masing jenis campuran aspal panas yang berbeda-beda satu sama lainnya. Hasil studi ini menunjukkan setiap bahan tambahan memberikan hasil yang berbeda-beda terhadap nilai Stabilitas (stability), Kelelahan (flow), Rongga terisi aspal (*Void Filled Bitumen*) dan Perbandingan antara Stabilitas dan Kelelahan (*Marshall Quotient*). Dengan komposisi yang tepat ternyata bahan tambahan tersebut mampu memberikan peningkatan mutu campuran aspal panas. Dengan penjelasan tersebut diatas, maka dalam tugas akhir ini kami mencoba untuk melakukan penelitian dengan menambahkan serbuk kapur pada campuran aspal panas jenis *Hot Rolled Sheet Base (HRS Base)* sebagai pengganti semen sebagai bahan pengisi (*Filler*) dengan harapan hasil tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai data penunjang untuk pelaksanaan studi laboratorium selanjutnya. Adapun Rumusan Masalah ini adalah untuk mengetahui perbandingan sifat-sifat karakteristik campuran aspal panas jenis

Hot Rolled Sheet base (HRS Base) dengan menggunakan bahan tambahan serbuk kapur sebagai *filler* dan menggunakan bahan tambahan semen untuk mengetahui nilai karakteristik antara lain perbedaan : kekuatan stabilitas dan Keleahan (*stability and Flow*), prosentase rongga udara terisi aspal (*voids Filled bitumen*), Perbandingan antara stabilitas dan keleahan (*Marshall Quotion*) dan mengembangkan ilmu pengetahuan serta penelitian mengenai lapis perkerasan jalan raya.

Mengingat luasnya permasalahan yang terkait dengan campuran aspal panas lapis perkerasan jalan raya dan agar penelitian dapat terarah sesuai dengan tujuan, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut :

- Pembuatan benda uji dan penelitian menggunakan metode marshall
- Aspal yang digunakan pen 60/70 produksi Pertamina
- Variasi prosentase kadar aspal 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, dan 7.0%
- Penambahan semen 1% dan serbuk kapur 1%
- Penelitian hanya dilakukan di Laboratorium
- Parameter menggunakan spesifikasi yang berlaku menurut standar Direktorat Jenderal Bina Marga – Spesifikasi Umum 2010 revisi 3

1. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Buku Petunjuk Pelaksana Lapis Atas

Menurut buku petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton untuk jalan raya dalam merencanakan campuran aspal panas, dituntut perhatian pada saat cara pemeriksaan material dan campuran secara rinci, artinya harus diadakan penelitian dan pemeriksaan material dengan campuran yang memadai dalam teknik Laboratorium dan hubungan pemeriksaan rencana campuran terhadap persyaratan atau spesifikasi yang berlaku. Selain hal tersebut diatas juga perlu diperhatikan masalah ketelitian dalam hal pengujian benda uji atau briket. Hal ini juga sangat berpengaruh terhadap kebenaran dalam pengolahan data yang akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan di lapangan.

Dalam penelitian Tugas Akhir ini menggunakan campuran aspal panas jenis *Hot Rolled Sheet Base* (HRS Base) dengan penambahan serbuk kapur pengganti semen sebagai bahan pengisi (*filler*), dengan alasan bahwa *Hot Rolled Sheet Base* (HRS Base) adalah lapis aspal struktural digunakan pada jalan-jalan yang memikul lalu lintas ringan atau sedang. Sebagai pembanding bila dilihat dari fungsinya lapisan Aspal Beton (AC) digunakan pada jalan-jalan lalu lintas berat, tanjakan, pertemuan jalan dan daerah-daerah lainnya dimana permukaan menanggung beban roda yang berat.

Hot Rolled Sheet Base (HRS Base) adalah campuran dengan bahan pembentuk berupa agregat kasar (*coarse aggregate*), agregat halus (*fine aggregate*), bahan pengisi (*filler*) dan aspal (*bitumen*) yang pada umumnya dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (*Hot mix*). Dengan perbandingan prosentase yang berbeda-beda. *Hot Rolled Sheet Base* (HRS Base) mempunyai fungsi sebagai lapisan pondasi untuk mendukung lapis perkerasan diatasnya serta dapat mempertahankan kekuatan konstruksi dibawahnya. *Hot Rolled Sheet Base* (HRS Base) dihampir minimal 3,5 cm, karena beberapa alasan yaitu :(1) Tebal yang terlalu tipis dari suatu campuran berbutir halus dapat mengurangi ketahanan lapisan terhadap deformasi: (2) *Hot Rolled Sheet Base* (HRS Base) adalah lapisan struktur yang diharapkan dapat memberi perlindungan pada struktur yang dilapisi terutama peresapan air dari permukaan; (3) Karena besarnya agregat kasar dari campuran adalah maksimum 19 mm, maka ketebalan teoritis yang dipadatkan adalah minimum sebesar 3,5 cm (Spesifikasi Umum 2010 revisi 3)

Bahan penyusun campuran *Hot Rolled Sheet Base*(HRS Base) hampir sama dengan bahan penyusun campuran aspal lainnya, yaitu agregat dan bahan pengikat aspal, yang membedakan adalah komposisi dan gradasi masing-masing lapisan perkerasan tersebut sehingga diperoleh lapisan perkerasan yang berkualitas tinggi, sesuai dengan persyaratan yang diizinkan. Disamping itu juga harus diperhatikan penggunaan agregat maupun bahan pengikatnya. Kriteria campuran *Hot Rolled Sheet Base* (HRS Base) dalam prosedur marshall untuk desain campuran bertujuan untuk mengidentifikasi kadar *optimum* bahan pengikat aspal, stabilitas maksimum, rongga udara yang sebelumnya sudah ditentukan gradasinya dengan penambahan serbuk kapur sebagai bahan pengisi (*filler*).

1.2 Aspal

Aspal adalah bahan bersifat semen yang berwarna coklat gelap sampai hitam, padat, agak padat atau cair dengan unsur utama bitumen yang ada di alam hasil residu penyulingan minyak mentah (*crude-oil*). Dalam aspal terdapat campuran hydrocarbon, paraffin dan aromatic juga komponen heterosiklis yang terdiri dari unsur belerang, nitrogen dan oksigen. Fungsi aspal pada konstruksi jalan adalah untuk mengikat butiran agregat, melindungi masuknya air kedalam agregat dan memberikan bantalan kepada agregat. Pemakaian kadar aspal yang banyak dalam campuran akan berpengaruh pada kerapatan dan kepadatan campuran tersebut, karena rongga antara batuan

akan terisi oleh aspal. Sebaliknya bila aspal terlalu sedikit maka campuran kurang rapat, karena masih banyak rongga yang kosong. Pemakaian aspal yang banyak akan memberikan keuntungan, tetapi bila pemakaian aspal berlebihan akan mengakibatkan naiknya aspal ke permukaan lapis keras pada kondisi tertentu yang disebut *bleeding*. Hal ini akan merugikan, oleh karena itu diperlukan suatu ketentuan kadar aspal yang tepat pada pencampuran agregat dan aspal untuk lapis perkerasan *Hot Rolled Sheet Base (HRS Base)*. Ada beberapa jenis aspal menurut tingkat kekerasannya yaitu : Aspal pen 40/50, pen 60/70, pen 80/100 dan pen 100/120. Sesuai kondisi di Indonesia yang beriklim tropis, maka aspal yang digunakan untuk penelitian ini adalah aspal keras pen. 60/70, hasil produksi Pertamina Cilacap – Jawa tengah. Selain itu aspal tersebut telah banyak digunakan pada konstruksi jalan di Indonesia. Oleh karena itu perlu adanya usaha untuk meningkatkan mutu campuran aspal panas yang mempunyai sifat antara lain :

- a. Tahan terhadap oksidasi
- b. Tahan terhadap cuaca / temperature
- c. Tahan terhadap deformasi pada temperature tinggi (60° C)
- d. Fleksibel
- e. Aman untuk lalu lintas

Adapun aspal keras yang digunakan harus mempunyai persyaratan aspal sebagai berikut :

Tabel 2.1 Standar Pengujian Aspal Keras Pen 60/ 70

JENIS PENGUJIAN	STANDAR PENGUJIAN	PERSYARATAN		SATUAN
		MIN	MAKS	
Penetrasi	SNI 06-2456-1991	60	70	0.1 mm
Titik nyala	SNI 2433 : 2011	>232	-	°C
Titik lembek	SNI 2434 : 2011	>48	-	°C
Kelarutan	AASHTO T44-03	>99	-	% berat
Kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	-	0.8	% berat
Daktilitas	SNI 2432 : 2011	>100	-	Cm
Berat jenis suhu 25°C	SNI 2441 : 2011	1	-	-
Kelekatan aspal	SNI 2439 : 2011	>95	-	%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3

1.3 Serbuk Kapur (*filler*)

Serbuk kapur adalah merupakan komposisi mineral hasil alam yang telah diolah atau melalui pembakaran dan disaring yang berfungsi sebagai bahan pengisi rongga dalam campuran (*void in mix*) yang berbutir halus lolos saringan no 30 dimana persentase berat yang lolos saringan no. 200 minimum 65% (SKBI-2.4.26.1987). Bila dilihat dari sifat kimianya, jenis kapur ada 3 macam yaitu:

1. Batu kapur / Lime stone mengandung unsur Ca CO₃,
 2. Kapur hidup (Quick lime mengandung unsur Ca O,
 3. Kapur kapu / kapur mati / Slake lime mengandung unsur Ca (OH)₂, sedangkan fungsi serbuk kapur (*filler*) pada perkerasan ialah untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga udara dalam campuran. *Filler* harus kering dan bebas dari gumpalan. Serbuk kapur yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis Kapur kapu / kapur mati / Slake lime yang berasal dari daerah Padalarang - Bandung yang telah didistribusikan ke toko-toko material.
- Adapun gradasi Filler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

Tabel 2.2 Gradasi Bahan Pengisi (*Filler*)

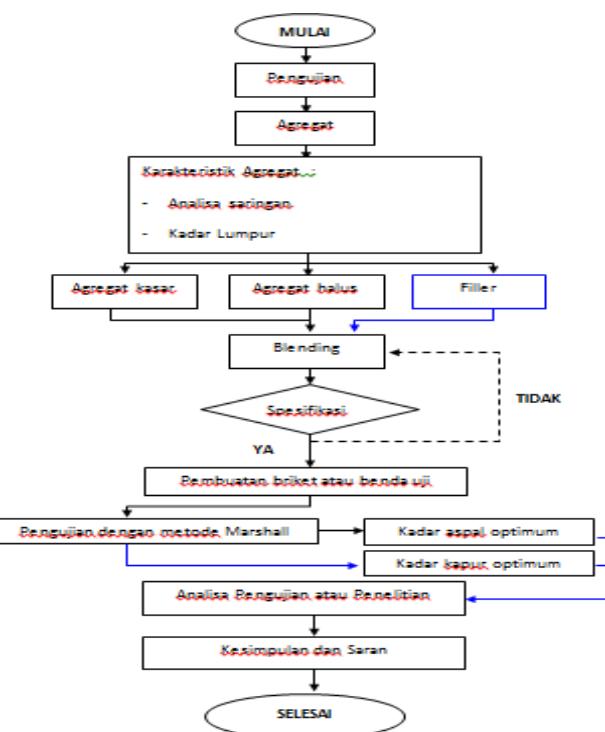
UKURAN AYAKAN		% BERAT YANG LOLOS
SNI	(mm)	FILLER
No. 30	0.590	100
No. 50	0.279	95 - 100
No. 100	0.149	90 - 100
No. 200	0.075	65 - 100

Sumber : Spesifikasi umum Bina Marga 2010 revisi 3

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Langkah – Langkah Penelitian

Langkah penelitian dapat dilihat pada diagram alir (*Flow Chart*) dibawah ini :



Gradasi Agregat

Gradasi campuran lapis perkerasan *Hot Rolled Sheet Base (HRS Base)* harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagaimana yang disyaratkan oleh Direktorat Bina Marga. Pada umumnya agregat yang tersedia di lapangan, baik hasil produksi mesin pemecah batu (*stone crusher*) maupun sebagaimana bentuk dan ukurannya dialam belum memenuhi gradasi sebagaimana yang disyaratkan dalam spesifikasi pekerjaan, untuk itu diperlukan pencampuran (*blending*) dari berbagai ukuran agregat seperti yang tersedia di lapangan. Adapun untuk memperoleh hasil gradasi campuran yang sesuai dengan persyaratan, maka dilakukan pencampuran dengan metode *trial error* dari hasil masing-masing gradasi yang diperoleh dari penelitian atau pengujian.

Tabel 3.1 Persyaratan Gradasi Untuk Campuran HRS Base

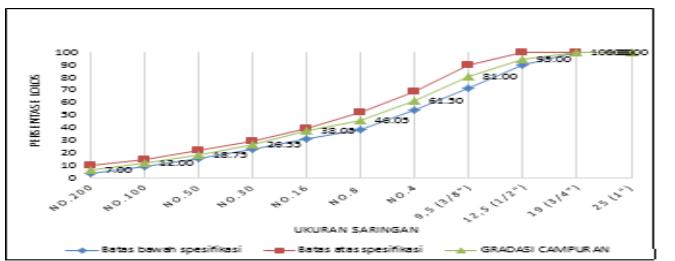
UKURAN AYAKAN		% BERAT YANG LOLOS
SNI	(mm)	HRS
3/4"	19	100
1/2"	12.5	90 - 100
3/8"	9.5	55 - 70
No. 4	4.75	-
No. 8	2.36	32 - 44
No. 30	0.6	15 - 35
No. 100	0.15	3 - 35
No. 200	0.075	4 - 8

Base (HRS Base) dengan penambahan serbuk kapur alami

2.2 Metode Marshall

Metode *Marshall* desain campuran adalah prosedur umum yang sering digunakan di dunia untuk mendesain campuran aspal panas. Teknik ini merupakan penemuan *Bruce Marshall* yang dikembangkan selanjutnya oleh *U.S. Corp of Engineer*. Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan stabilitas (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam " mm atau 0,01". Alat *marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin pengujji (*proving ring*) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat juga arloji kelelahan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*). Benda uji berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan dilaboratorium di laboratorium dalam cetakan benda uji dengan menggunakan hammer seberat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inch (45,7) yang dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit. Dari proses persiapan benda uji pemeriksaan dengan alat *marshall* diperoleh data-data sebagai berikut : stabilitas (*stability*), Berat volume, Kadar aspal, Kelelahan plastis (*flow*), Rongga dalam campuran (*VIM*), Rongga terhadap agregat (*VMA*), Penyerapan aspal, Tebal lapisan aspal (*VFB*), Kadar aspal efektif, Hasil bagi *marshall* (*Koefisien marshall*)

Pembuatan benda uji atau briket dibuat 3 sampel dengan masing-masing variasi prosentase kadar aspal.



Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3

Setelah persyaratan agregat campuran terpenuhi, maka langkah selanjutnya ialah membuat rencana campuran dan benda uji yang dimaksud. Dalam tugas akhir ini dibuat rencana campuran aspal dengan metode *Marshall* yang dilakukan dengan 2 macam model campuran benda uji yaitu campuran aspal panas *Hot Rolled Sheet Base* (*HRS Base*) dengan penambahan bahan pengisi (*Filler*) semen dan campuran aspal panas *Hot Rolled Sheet*. Salah satu kelebihan metode ini adalah memberikan perhatian lebih kepada *density* dan *voids* dari material aspalnya. Analisa ini menjamin bahwa proporsi volume dari kandungan campuran sangat penting untuk menjaga agar campuran tersebut dapat bertahan lama. Kelebihan lain dari metode ini adalah peralatannya lebih murah, mudah dibawa dan pengoperasiannya lebih mudah.

Adapun uji stabilitas yang dilakukan dengan menggunakan *Marshall Test* akan memperoleh kadar aspal *optimum*, Hasil tersebut sebagai acuan untuk pembuatan campuran dengan menambahkan semen dan kapur sesuai dengan prosentase kadar aspal yang telah direncanakan yaitu dengan variasi 5.0 %, 5.5 %, 6.0 %, 6.5 %, dan 7.0 %, dimana campuran tersebut memiliki persyaratan-persyaratan menurut aturan yang telah ditentukan.

Tabel 3.2 Sifat-sifat Campuran Aspal Panas HRS

Sifat Campuran	Spesifikasi
Kadar aspal efektif	Min 5,5%
Kadar penyerapan aspal	Maks 1,7 %
Kadar rongga udara campuran (<i>VIM</i>)	4 – 6 %
Marshall Quotient (<i>MQ</i>)	Min. 250 kg/mm
Stabilitas Marshall	Min. 800 kg
Kelelahan Plastis (<i>Flow</i>)	Min. 3 mm
Rongga Terisi aspal (<i>VFB</i>)	Min. 17 %
Stabilitas Marshall setelah perendaman selama 24jam pada temperature 60° C (terhadap stabilitas semula)	Min. 90 %

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2010 Revisi 3

2.3 Menentukan Prosentase Kadar aspal Optimum

Menurut Bina Marga dalam perencanaan perkerasan jalan diisyaratkan agar perkerasan yang dihasilkan memiliki stabilitas yang cukup baik tanpa mengabaikan fleksibilitas, durabilitas dan kemudahan pelaksanaan.

Prosentase kadar aspal *optimum* ditentukan dengan menggunakan *Bar-chart*. Nilai kadar aspal *optimum* ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan nilai Stabilitas, Kelelahan (*flow*), Rongga dalam Campuran (*VIM*), Rongga terisi aspal (*FVB*), dan *Marshall quotient*.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Agregat

Agregat kasar dan halus yang diambil dari Kampung Doyo, Kabupaten Jayapura, Propinsi papua yang telah disiapkan sesuai dengan fraksi pada syarat gradasi campuran *HRS Base* diuji karakteristiknya untuk memastikan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan berdasarkan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga tahun 2010 sebagai bahan campuran beton aspal *HRS Base*. Gradasi agregat campuran yang telah disiapkan disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Gradasi agregat campuran

UKURAN SARINGAN	BERAT TERTAHAN	KOMULATIF TERTAHAN	PERSENTASE TERTAHAN	PERSENTASE LOLOS	BATASAN SPESIFIKASI
25 (1")	0,00	0,00	0,00	100,00	
19 (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00	100
12,5 (1/2")	60,00	60,00	5,00	95,00	90 – 100
9,5 (3/8")	168,00	228,00	19,00	81,00	72 – 90
No.4	234,00	462,00	38,50	61,50	54 – 69
No.3	185,40	647,40	53,95	46,05	39,1 – 53
No.16	96,00	743,40	61,95	38,05	31,6 – 40
No.30	138,00	881,40	73,45	26,55	23,1 – 30
No.50	93,60	975,00	81,25	18,75	15,5 – 22
No.100	81,00	1056,00	88,00	12,00	9 – 15
No.200	60,00	1116,00	93,00	7,00	4 – 10
PAN	84,00	1200,00	100,00	0,00	

Gambar 4.Grafik gradasi agregat

Dari Tabel 4.1 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa gradasi agregat campuran masuk dalam batasan spesifikasi standar sesuai dengan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga tahun 2010. Adapun hasil pengujian karakteristik agregat campuran tersebut disajikan pada Tabel 4.1. Dari hasil pengujian karakteristik agregat campuran diperoleh hasil pengujian yang sesuai dengan batasan spesifikasi yang ada, sehingga agregat yang diambil dari Kampung Doyo, Kabupaten Jayapura, Propinsi Papua ini dapat digunakan dalam pembuatan campuran beton aspal *HRS Base*.

Tabel 4.2. Hasil pengujian karakteristik agregat campuran

NO.	PENGUJIAN AGREGAT	STANDAR	HASIL PENGUJIAN	KETENTUAN
A AGREGAT CAMPURAN				
Analisa Saringan Agregat				
12.5 (1/2")			100.00	90 - 100
9,5 (3/8")			95.00	72 - 90
No.4			81.00	54 - 69
1 No.8		ASTM C 33	61.50	39,1 - 53
No.16			46.05	31,6 - 40
No.30			38.05	23,1 - 30
No.50			26.55	15,5 - 22
No.100			18.75	9 - 15
No.200			7.00	4 - 10
B AGREGAT KASAR (MATERIAL TERTAHAN SARINGAN NOMOR 4)				
2 Berat Jenis		ASTM C 128	2.56	≥ 2.5
Penyerapan			1.84	0,2 % - 2 %
3 Pengujian Pelupukan Agregat (Sodium Sulphate)		ASTM C 88 / SNI.3407-2008	1.62%	$\leq 9\% \text{ less/ 5 Cycles}$
4 Abrasi	SNI 2417: 2008		15.57%	Maks. 30% untuk campuran AC bergradiasi kasar Maks. 40% untuk campuran AC bergradiasi lainga
5 Kelektuan Agregat Terhadap aspal	SNI 03 - 2439 - 1991		100%	Min. 95 %
6 Angularitas	PTM 621, 1 bid. pch		100.00%	95.0%
	PTM 621, 2 bid. pch		94.01%	90.0%
7 Kepipihan	ASTM D 4791		8.17	Maks. 10 %
8 Kelengjungan			3.11	Maks. 10 %
9 Material Lelos Ayakan No. 200	ASTM C 117 SNI-03-4142-1996		0.28%	Maks. 1 %
C AGREGAT HALUS (MATERIAL LOLOS SARINGAN NOMOR 4)				
10 Berat Jenis	SK. SNTLM09/1989F / SNTI.03-1989-1990		2.65	≥ 2.5
Penyerapan			0.40	0,2 % - 2 %
11 Niali Setara Pasir	SNI 03-4428-1997		97.09%	Min. 60%
12 Material Lelos Ayakan No. 200	ASTM C 117: 2012		0.28%	Maks. 10 %
13 Gumpalan Lempong dan Batu-Batu	SNI 03-4141-1996		0.54%	Maks. 1%
14 Modus Pecah dalam Agregat	ASTM C 142			
15 Angularitas	SNI 03 - 6877 - 2002		47.11%	Min. 45
16 Kandungan Organik	ASTM C 40	No. 1 (Non Organik)		
D FILLER (PORTLAND CEMENT)				
16 Material Lelos Ayakan No. 200			90.96%	Min. 75 %

3.2 Karakteristik Aspal

Jenis aspal yang digunakan adalah aspal keras penetrasi 60/70 produksi *Shell* dengan hasil pengujian karakteristik disajikan pada tabel 4.1. Dari hasil pengujian karakteristik aspal diperoleh hasil pengujian yang sesuai dengan batasan spesifikasi yang ada, sehingga aspal ini dapat digunakan dalam pembuatan campuran beton aspal HRS Base.

Tabel 4.3. Hasil pengujian karakteristik aspal

NO.	PENGUJIAN	STANDAR PENGUJIAN	NILAI	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Berat Jenis	SNI - 06 - 2441 - 1991	1.040	≥ 1.0	
2	Daklinas pada 25 °C	SNI - 06 - 2432 - 1991	129,8	$\geq 100 \text{ Cm}$	
3	Penetrasi pada 25 °C	SNI - 06 - 2456 - 1991	66,33	60-70	
4	Trik Lembek (°C)	SNI - 06 - 2441 - 1991	48,50	≤ 48	
5	Keharuan Dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T 44 - 03	99,63	$\geq 99\%$	
6	Viskositas 135 °C (Cet)	SNI - 06 - 6441 - 2000	436,67	≥ 300	
7	Trik Nyala (°C)	SNI - 06 - 2433 - 1991	292	≥ 232	
8	Trik Bakar		330		
9	Indeks Penetrasi		-0,911	$\geq -1,0$	$(P_0-P_1)(10+P_0) =$ $50 \log PEN_{10} -$ $50 \log PEN_{25 \text{ Oc}} -$ $TAB - 25$
PENGUJIAN RESIDU HASIL TFOT					
10	Kehilangan Berat (TFOT)	AASHTO T 179 - 81	0,023	$\leq 0,5$	
11	Penetrasi pada 25 °C	SNI - 06 - 2456 - 1991	97,0%	≥ 54	
12	Indeks Penetrasi		-0,91	$\geq -1,0$	
13	Daklinas pada 25 °C	SNI - 06 - 2456 - 1991	106,69	≥ 100	

3.3 Rancangan Campuran HRS Base

Metode yang digunakan untuk rancangan campuran HRS Base adalah terlebih dahulu menetapkan gradasi agregat (Tabel 4.1) selanjutnya dihitung perkiraan kadar aspal dengan menggunakan rumus yaitu sebagai berikut:

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\%)$$

Filler + Konstanta

$$= 0,035 (53,95\%) + 0,045 (39,05\%) + 0,18 (7\%) +$$

0,7

Pb= 5,91 %

Sehingga dari perkiraan kadar aspal tersebut maka digunakan variasi kadar aspal untuk campuran HRS Base ini, yaitu 5,91 %

3.4 Campuran HRS Base tanpa Bahan Tambah Kapur

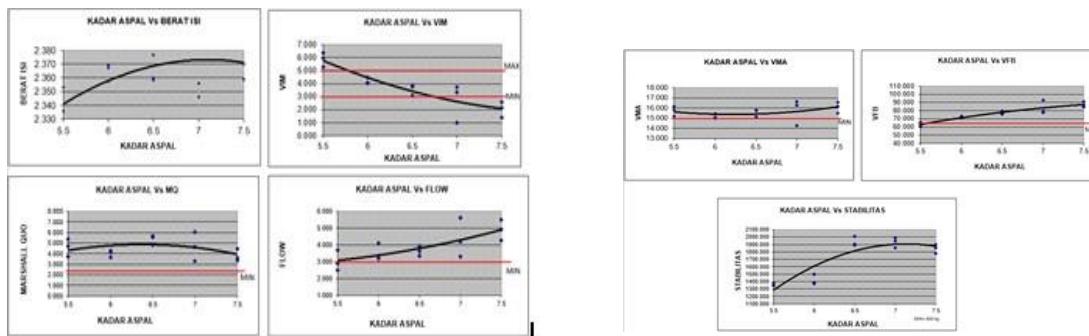
Untuk mendapatkan kadar aspal optimum campuran tanpa bahan tambah parutan plastik maka dibuat tiga buah sampel briket, menggunakan pematad Marshall dengan jumlah tumbukan sebanyak 2x75 dengan variasi kadar aspal sesuai dengan rancangan campuran HRS Base, yaitu 6,5% Hasil pengujian karakteristik Marshall HRS Base tanpa bahan tambah Kapur.

menunjukkan bahwa tidak semua hasil pengujian masuk dalam spesifikasi karakteristik campuran HRS Base sesuai dengan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga tahun 2010. Dari Tabel 4.1 dibuat grafik karakteristik campuran HRS Base tanpa penambahan Kapur terhadap variasi kadar aspal yang telah ditentukan sebelumnya untuk memperoleh kadar aspal optimum.

Tabel 4.4. Karakteristik campuran HRS Base dengan Kapur

KADAR ASPAL (%)	BERAT ISI	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	STABILITAS (kg)	FLOW (mm)	KOEFISIEN MARSHALL (KN/mm)
5,5	2.326	6.374	16.161	60.559	1346.14	2.30	5.38
5,5	2.336	5.972	15.800	62.205	1348.87	2.38	4.68
5,5	2.333	5.283	15.184	65.204	1376.40	3.70	3.72
6	2.357	4.493	15.434	70.888	1498.09	4.10	3.65
6	2.369	4.010	15.006	73.275	1385.55	3.35	4.14
6	2.367	4.082	15.069	72.914	1373.85	3.20	4.29
6,5	2.377	3.085	15.137	79.618	1900.43	3.35	5.67
6,5	2.358	3.836	15.793	75.710	2010.04	3.80	5.58
6,5	2.380	3.777	15.743	76.010	1886.79	3.91	4.33
7	2.413	0.993	14.254	93.036	1854.57	5.60	3.31
7	2.346	3.752	16.626	77.554	1938.67	3.30	6.03
7	2.356	3.313	16.264	79.628	1943.98	4.20	4.63
7,5	2.398	1.380	15.514	91.105	1851.65	5.50	3.37
7,5	2.370	2.127	16.154	86.835	1776.76	4.94	3.60
7,5	2.359	2.389	16.550	84.355	1897.99	4.25	4.47
SPESIFIKASI		3 - 5	Min. 15	Min. 65	Min. 800	Min. 3	Min. 245

Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa kadar aspal yang dapat digunakan untuk campuran HRS Base tanpa tambahan parutan plastik yang memenuhi spesifikasi berada antara 5,75% sampai dengan 6,75% terhadap berat kering agregat. Selanjutnya diperoleh kadar aspal optimum dari grafik yang telah dibuat pada Gambar 4.2 dengan metode *bar- chart* yaitu 6,25 % terhadap berat kering agregat atau 5,88 % terhadap berat total campuran.



Gambar 4.1 Grafik karakteristik campuran HRS Base dengan Tanpa Kapur

3.5 Campuran HRS Base dengan Bahan Tambah Kapur

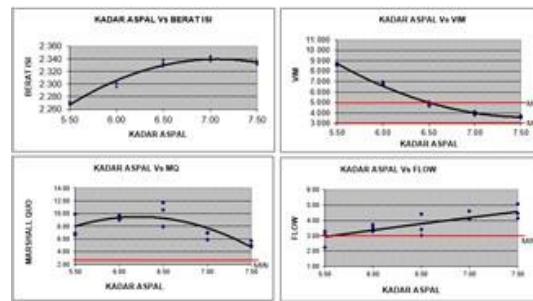
Berat masing-masing fraksi agregat kasar, agregat halus dan filler serta parutan limbah botol plastik disajikan pada Tabel 4.4. Berat aspal yang diberikan pada setiap campuran divariasikan terhadap berat kering agregat sesuai dengan rancangan campuran HRS Base dan untuk berat Kapur

Tabel 4.5. Perhitungan berat Kapur pada campuran

KARAKTERISTIK	PERSENTRASE SESUAI SPESIFIKASI					SPEC
	3% - 5%	Min. 15	Min. 65	Min. 800	Min. 3	
VIM						3% - 5%
VMA						Min. 15
VFB						Min. 65
STABILITAS						Min. 800
FLOW						Min. 3
MARSHALL QOU						Min. 250
	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	
Asphalt optimum		6,25% terhadap berat kering agregat atau 5,88% terhadap berat campuran				

FRAKSI AGREGAT	BERAT AGREGAT (Gr)	BERAT KAPUR (Gr)	
		0,5 %	Kapur
19 (3,4")			
12,5 (1,2")	60,00		
9,5 (3,8")	168,00		
No.4	234,00		
No.5	185,40		
No.16	123,00		
No.30	138,00		
No.50	93,60		
No.100	81,00		
No.200	60,00		
Filler	84,00		
JUMLAH	1200,00		

6



Hasil Pengujian Campuran HRS Base dengan 0,5% Kapur

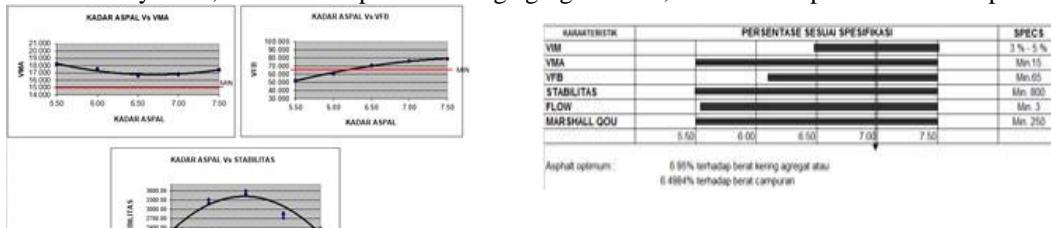
Hasil pengujian karakteristik Marshall campuran HRS Base dengan bahan tambah 0,5% kapur dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 3

Dari Tabel 4.5 menunjukkan bahwa tidak semua hasil pengujian masuk dalam spesifikasi karakteristik campuran HRS Base sesuai dengan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga tahun 2010. Dari Tabel 4 dibuat grafik karakteristik campuran HRS Base dengan penambahan 0,5% Kapur terhadap variasi kadar aspal yang telah ditentukan sebelumnya untuk memperoleh kadar aspal optimum.

Tabel 4.6. Karakteristik campuran HRS Base 0,5%

KADAR ASPAL (%)	BERAT ISI	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	STABILITAS (kg)	FLOW (mm)	KOEFISIEN MARSHALL (KN/mm)
5,50	2.267	8,747	18,285	52,165	2238,70	2,25	9,95
5,50	2.272	8,541	18,101	52,816	2145,15	3,10	6,92
5,50	2.269	8,649	18,198	52,472	2196,35	3,30	6,66
6,00	2,301	6,764	17,445	61,224	3202,42	3,30	9,70
6,00	2,296	6,983	17,640	60,404	3317,81	3,70	8,97
6,00	2,301	6,763	17,444	61,229	3321,50	3,50	9,49
6,50	2,338	4,667	16,522	71,752	3492,91	4,41	7,92
6,50	2,328	5,031	16,838	70,040	3603,77	3,40	10,80
6,50	2,333	4,856	16,888	70,900	3515,42	3,00	11,72
7,00	2,337	4,091	16,937	75,847	2816,29	4,08	6,90
7,00	2,343	3,866	16,742	76,908	2724,54	4,60	5,92
7,00	2,343	3,841	16,721	77,028	2868,45	4,11	6,98
7,50	2,336	3,522	17,375	79,558	2242,81	4,45	5,04
7,50	2,331	3,734	17,331	78,703	2355,76	4,13	5,70
7,50	2,331	3,729	17,526	78,726	2387,65	5,05	4,73
SPECIFIKASI	3 - 5	Min.15	Min.65	Min.800	Min.3	Min.245	

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa kadar aspal yang dapat digunakan untuk campuran HRS Base dengan penambahan 0,5% Kapur yang memenuhi spesifikasi berada antara 6,45% sampai dengan 7,50% terhadap berat kering agregat. Selanjutnya diperoleh kadar aspal optimum dari grafik yang telah dibuat pada Gambar 4.1 dengan metode *bar-chart* yaitu 6,95 % terhadap berat kering agregat atau 6,49 % terhadap berat total campuran.



Gambar 4.2. Grafik karakteristik campuran HRS Base 0,5% Kapur

1. KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Kesimpulan Akhir Penelitian :

Berdasarkan hasil dari pemeriksaan campuran aspal panas jenis *Hot Rolled Sheet Base* (*HRS Base*) dengan bahan tambah (*filler*) Semen dan dengan bahan tambah (*filler*) kapur, maka disimpulkan bahwa :

- Penambahan Kapur pada campuran beton aspal *HRS Base* meningkatkan karakteristik campuran khususnya stabilitas sehingga dapat meningkatkan ketahanan (kekuatan) campuran dalam menerima beban berulang; menurunkan nilai *Flow*, namun penurunannya tidak terlalu signifikan sehingga campuran bersifat lentur; meningkatkan nilai *Marshall Quotient* (*MQ*) sehingga meningkatkan kekakuan campuran; meningkatkan nilai *VMA*; menurunkan nilai *VFB*; dan menaikkan nilai *VIM*. Secara umum, hal ini bersifat baik pada campuran beton aspal jenis *HRS Base* sampai penambahan kadar kapur sebesar 0,5 %.

2. Penambahan Kapur pada campuran beton aspal HRS Base meningkatkan nilai kekuatan lentur dan menurunkan sudut fase yang menunjukkan campuran beton aspal semakin tahan terhadap perubahan bentuk (deformasi) akibat beban berulang yang diterimanya. Penambahan kadar Kapur yang terbaik yaitu 0,5 % dari berat agregat.

5.2. Saran - Saran :

a. Apabila dalam merencanakan campuran *HRS* kandungan *filler* dari agregat halus yaitu abu batu dan pasir tidak memenuhi kebutuhan campuran

maka dapat digunakan kapur sebagai bahan tambah (*filler*)

b. Perlu penelitian lebih lanjut pengaruh sifat kimiawi campuran perkerasan aspal dengan faktor umur atau keawetan setelah adanya penambahan bahan tambah (*filler*) kapur.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Budi. 2015. *Karakteristik Mekanis Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin sebagai Lapisan Aus Permukaan Jalan* [Disertasi]. Makassar: Program Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
- Arbain, Muhammad & Rustadi Setiya Budi. 2013. *Perencanaan Peningkatan Jalan Twin Road Maospati-Sukomoro STA 6+000 – STA 7+250 Kabupaten Magetan* [Skripsi]. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- ASTM D6931 – 12. 2012. *Standart test method for indirect tensile (IDT) strength of bituminous mixtures*.
- ASTM D1074 – 09. 2009. *Standart test method for compressive strength of bituminous mixtures*.
- Faruk A.N., Hu X, Lopez Y, Walubita L.F. 2014. *Using the Fracture Energy Concept Characterize the HMA Cracking Resistance Potential Under Monotonic Crack Testing*. International Journal of Pavement Research and Technology, Vol.7 No.1, hal.40-48.
- Affandi, Furqon. 2009. *Properties of Bitumenous Mixes Using Indonesian Natural Rock Asphalt*. Journal 13th REAA Conference, Maroko.
- Gibrillin, Abba. 2015. *Pemerintah Anggarkan Rp 56,97 Triliun untuk Infrastruktur Jalan* [Internet]. Jakarta: Kompas.com; [diakses pada Oktober 2015]. Tersedia pada: <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2015/05/09/142437226/Pemerintah.Anggaran.Rp.56.97.Triliun.untuk.Infrastruktur.Jalan>
- Jastrzebski, Zbigniew. 1987. *The Nature and Properties of Engineering Materials: Third Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Pemanfaatan Asbuton*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Rev.2 (Divisi 6)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2013. *Spesifikasi Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin (Cold Paving Hot Mix Asbuton/CPHMA)*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum (Pusjatan PU).