

# PENGARUH AGREGAT GABUNGAN TERHADAP HASIL MARSHALL UNTUK HRS-WC DAN HRS-BASE

Rifanie Gazalie<sup>1</sup>, Muhammad Firdaus<sup>2</sup>, Riska Hawinuti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banjarmasin

email: <sup>1</sup>rifanieg@gmail.com (corresponding author), <sup>2</sup>dauspoli@gmail.com, <sup>3</sup>riska\_hawinuti@yahoo.co.id

## Abstrak

Penyebab kegagalan dan kerusakan pada perkerasan jalan adalah karena penggunaan aspal dengan nilai penetrasi tinggi dengan kadar aspal rendah dan pelaksanaan campuran yang belum sesuai dengan persyaratan yang ada, sehingga mengurangi umur rencana jalan. Kegagalan lapisan perkerasan aspal yang paling umum adalah deformasi permanen akibat stabilitas yang kurang dan retak akibat kelelahan. Pertimbangan utama dalam menentukan kualitas campuran aspal salah satunya adalah kekuatan agregat agar bertahan lama sesuai dengan perencanaan. Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh agregat gabungan terhadap kadar aspal optimum dan nilai stabilitas campuran aspal. Sampel penelitian adalah aspal penetrasi 60/70, agregat kasar Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari, agregat halus pasir Barito, filler debu batu pecah Awang Bangkal dan Semen Tiga Roda, sebanyak 48 sampel dengan kadar aspal 5-7%. Parameter campuran seperti stabilitas, kelelahan (flow), rongga udara dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), Marshall Quotient (MQ), dan rongga dalam kepadatan mutlak (VIM refusal untuk AC-WC) ditentukan dari analisis Marshall. Hasil dicapai adalah adanya pengurangan pemakaian kadar aspal optimum sebesar 0,5% untuk agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari pada campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dan pengurangan pemakaian kadar aspal optimum sebesar 0,2% pada campuran Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) pada spesifikasi yang minimal sebesar 800 kg.

**Kata Kunci :** Agregat, Aspal, Lataston Lapis Aus (HRS-WC), Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base)

## Abstract

The cause of the failure and damage to the roughness of the road is because the use of asphalt with high penetration value concurrent with low levels mixture asphalt and the implementation of which has not been in compliance with the existing requirements, thus reduce the age of the road plan. The most common asphalt roughness layer failure is permanent deformation AS a result of less stability and crack due to fatigue. One of the main consideration in determe the quality of asphalt mixture is the strength of the aggregate in order to endure in compliance with road planning. The issues discussed in this research is how the combined aggregate influence towards optimum levels of asphalt and asphalt mixture stability value. The research sample is asphalt penetration 60/70, coarse aggregate Awang Bangkal and Katunun-Banjarbaru Pelaihari, fine aggregate is Barito sand, filler Awang Bangkal rock burst and Tiga Roda Cement, witch total of 48 samples with levels 5-7% asphalt. Parameters of mix are stability , flow of air cavities, Voids in Mix (VIM), Void in Mineral aggeggate (VMA), Void Filled with Asphalt (VFA), Marshall Quotient (MQ), and VIM refusal to AC-WC determined from analysis of Marshall. The result achieved is the reduction in consumption levels of optimum asphalt of 0.5% for combined aggregate Awang Bangkal and Katunun Lataston mixed HRS-WC and a reduction in consumption levels of optimum asphalt of 0.2% on the mix HRS-Base on the minimum spesification 800 kg.

**Keywords:** Aggregate, asphalt, Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC), Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)

## I. PENDAHULUAN

Kegagalan dan kerusakan pada perkerasan jalan karena penggunaan aspal dengan nilai penetrasi tinggi serta kadar

aspal rendah atau tinggi ternyata berbanding lurus dengan cara pelaksanaan campuran yang belum sesuai dengan persyaratan yang ada. Hal inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab berkurangnya umur rencana dari suatu jalan.

Kegagalan lapisan perkerasan aspal yang paling umum adalah deformasi permanen akibat stabilitas yang kurang dan retak akibat kelelahan. Pertimbangan utama dalam menentukan kualitas campuran aspal salah satunya adalah kekuatan agregat agar bertahan lama sesuai dengan perencanaan.

Sebagian besar jalan di Indonesia masih menggunakan lapisan aspal berupa Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS. Hal inilah yang mendasari penelitian “Pengaruh Agregat Gabungan Terhadap Hasil Marshall untuk HRS-WC dan HRS-Base”. Studi ini akan melakukan percobaan laboratorium dengan menggunakan 2 (dua) bahan yang berbeda, yaitu Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dan Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base), sesuai dengan spesifikasi teknis campuran aspal yang telah ditentukan untuk diuji dan hasilnya dianalisis. Dengan adanya studi ini, dapat diketahui besarnya pengaruh agregat gabungan terhadap hasil campuran aspal sehingga jalan tidak mengalami kerusakan lagi sebelum akhir umur rencana.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya pengaruh agregat gabungan terhadap kadar aspal optimum dan nilai stabilitas untuk Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dan Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base). Sehingga dapat memberikan manfaat dalam hal pengoptimalan bahan material campuran aspal pada pemakaian agregat campuran aspal khususnya agregat kasar. Agregat kasar yang nilai abrasinya tidak memenuhi persyaratan, masih dapat dipergunakan dengan mencampurnya menjadi agregat gabungan dengan agregat kasar yang lain yang memenuhi persyaratan. Sehingga tidak ada agregat kasar yang tidak bisa dipakai dalam proses pelaksanaan campuran aspal.

#### A. Lataston

Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), dikenal dengan nama *Hot Roll Sheet* (HRS) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, bahan pengisi (*filler*), dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan pada suhu minimal sesuai yang disyaratkan. Tebal padat minimal 3 cm, bersifat kedap air, sangat kenyal, awet, dan dianggap tidak memiliki nilai struktural.

Lataston terdiri dari dua macam campuran yaitu HRS-WC untuk Lapis Aus/Permukaan dan HRS-Base untuk Lapis Pondasi, dengan ukuran agregat maksimum masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS-Base mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada HRS-WC.

#### B. Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan dengan perbandingan 90%-95% agregat berdasarkan persentasi berat atau 75%-85% agregat berdasarkan volume. Agregat dengan kualitas yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.

Syarat utama agregat yang harus diperhatikan dalam campuran Lataston, yaitu:

1. Penyerapan air oleh agregat maksimum 3%

2. Berat jenis (*Specific Gravity*) agregat kasar dan halus tidak boleh berbeda dari 0,2.

Agregat terdiri dari dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah berupa batu pecah mesin atau kerikil pecah mesin yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya, sedangkan agregat halus adalah material yang terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm), bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.

#### C. Bahan Pengisi (*Filler*) untuk Campuran Aspal

Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) terdiri atas debu batu kapur atau debu kapur padam yang sesuai, semen atau mineral yang berasal dari Asbuton, harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 *micron*) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

#### D. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan pada Tabel I berikut.

Tabel I  
Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Saringan		Persen Lolos (%)	
		Lataston (HRS) gradasi semi senjang	
Inchi	mm	HRS-WC	HRS-Base
¾	19	100	100
½	12,5	87-100	90-100
3/8	9,5	55-88	55-70
No. 8	2,36	50-62	32-44
No.30	0,600	20-45	15-35
No. 50	0,300	15-35	5-35
No. 200	0,075	6-10	4-8

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 (2010)

#### E. Aspal

Aspal dapat didefinisikan sebagai material yang berwarna hitam atau coklat tua dan merupakan material yang bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali menjadi padat jika didinginkan kembali. Fungsi aspal bagi konstruksi jalan adalah:

1. Menutup permukaan jalan sehingga kedap air
2. Sebagai bahan pengikat antara agregat atau lapisan-lapisan konstruksi jalan
3. Menambah stabilitas atau memberikan semacam bantalan antara batuan

Sesuai dengan fungsinya, aspal yang digunakan selain harus memenuhi spesifikasi dan persyaratan pemeriksaan laboratorium seperti terlihat pada Tabel II, untuk aspal penetrasi 60/70. Dalam pelaksanaannya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Aspal harus melapisi batuan dengan rapat.
2. Aspal yang digunakan tidak menjadi rapuh.

- Aspal yang digunakan mempunyai sifat melekat yang baik terhadap batuan yang dilapisi.
- Aspal yang melapisi batuan tidak peka terhadap perubahan suhu.
- Aspal harus memberikan lapisan yang elastis pada batuan.

- Kelelehan plastis (*flow*), dinyatakan dalam mm atau 0,01 inci yang diperoleh dari hasil pembacaan dial arloji pada alat *Marshall*.
- Berat Jenis, yaitu perbandingan antara berat kering benda uji dengan isi benda uji, yang didapatkan dengan rumus:

$$D = \frac{E}{H} \tag{1}$$

Dimana: D = berat jenis atau *density* (gr/cm<sup>3</sup>)

E = berat kering benda uji (gr)

H = Isi benda uji (cm<sup>3</sup>)

- Rongga dalam campuran, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma yang didapat dari persamaan berikut:

$$VIM = \frac{100 \times (G_{mm} - D)}{G_{mm}} \tag{2}$$

Dimana: VIM = rongga udara dalam campuran

G<sub>mm</sub> = berat jenis maksimum campuran

- Hasil bagi *Marshall* (*Marshall Quotient*), merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang didapatkan dengan persamaan:

$$MQ = \frac{M}{102N} \tag{3}$$

Dimana: MQ = *Marshall Quotient* (kN/mm)

M = Stabilitas yang disesuaikan/ terkoreksi (kg)

N = Nilai kelelehan plastis (mm)

Sebelum mengadakan pencampuran aspal dan agregat untuk membuat benda uji, tentukan dahulu persentasi agregat dan aspal yang akan digunakan. Untuk persentasi aspal bisa bervariasi dari 4% sampai dengan 8%, sehingga nantinya didapatkan kadar aspal optimum. Sedangkan untuk penggabungan gradasi dari semua agregat dengan menggunakan metode resep (spek ideal).

#### H. Marshall Test

Pemeriksaan terhadap campuran dilakukan dengan *Marshall Test* yang bertujuan untuk menentukan ketahanan (*stability*) dan kelelehan (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Prosedur percobaan *Marshall Test* yang dilakukan mengikuti SNI M-01-2003.

Stabilitas benda uji adalah kemampuan maksimum benda uji yang dihasilkan pada suhu 60°C dan diuji dengan alat tertentu. Nilai *flow* adalah pergerakan total atau regangan yang terjadi dalam benda uji antara kondisi tanpa beban dan beban maksimum selama pengujian stabilitas (*Asphalt Institute*, 1993).

Perbandingan stabilitas terhadap *flow* dinamakan *Marshall Quotient* (Shell, 1990).

#### I. Uji Statistik

Untuk mendapatkan hasil yang valid dan reliabel maka perlu ada pengujian hipotesis statistik sebagai alat untuk melihat taraf signifikannya. Valid menunjukkan derajat ketepatan yaitu ketepatan antara data yang sesungguhnya dengan hasil perhitungan dan reliabel menunjukkan derajat

Tabel II

Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Keras

Jenis Pengujian	Aspal Keras Pen. 60/70
Penetrasi aspal (0.1 mm)	60-70
Titik lembek (°C)	≥ 48
Titik nyala (°C)	≥ 232
Daktilitas 25°C (cm)	≥ 100
Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	≥ 1,0

Sumber: *Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 (2010)*

#### F. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran

Campuran aspal terdiri dari agregat dan aspal. *Filler* yang ditambahkan boleh digunakan bilamana diperlukan untuk menjamin sifat-sifat campuran memenuhi ketentuan yang disyaratkan pada Tabel III berikut.

Tabel III

Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston

Sifat-Sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kadar aspal efektif (%)	Min.	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks	1,7			
Jumlah tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran (%)	Min.	4,0			
	Mak.	6,0			
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18		17	
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68			
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			
Pelelehan (mm)	Min.	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90			
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal ( <i>refusal</i> )	Min.	3			

Sumber: *Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 (2010)*

#### G. Pencampuran Aspal dan Agregat

Metode pencampuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Marshall* yaitu suatu metode percobaan laboratorium untuk menentukan jumlah kadar aspal optimum sehingga diperoleh suatu campuran yang sesuai antara agregat dan aspal yang digunakan. Pemeriksaan dengan metode *Marshall* ini bertujuan untuk mendapat nilai kekuatan (*stability*) terhadap kelelehan plastis (*flow*).

Dari pengujian benda uji dengan alat *Marshall* akan diperoleh data-data sebagai berikut:

- Stabilitas, yang dinyatakan dalam bilangan bulat yang didapat dari pembacaan *dial* arloji pada alat *Marshall*.

konsistensi dari suatu hasil dari formula terhadap data yang sesungguhnya.

Pengujian dilakukan terhadap beberapa model regresi, antara lain:

1. Linier  $Y = a + bx$
2. Logarithmic  $Y = a + b \ln x$
3. Polynomial  $Y = a + bx + cx^2$

Dari hasil pengujian model regresi tersebut didapatkan persamaan-persamaan dan nilai R kuadrat (koefisien korelasi determinasi), dimana nilai R kuadrat terbesar adalah merupakan model yang terbaik dan dipilih.

## II METODE PENELITIAN

### A. Percobaan Laboratorium dan Perhitungan

Percobaan laboratorium adalah dengan melakukan percobaan langsung terhadap material/ bahan yang digunakan dan uji kekuatan terhadap campuran yang dipakai.

Adapun percobaan-percobaan yang dilakukan antara lain:

1) *Terhadap Aspal*: Pemeriksaan penetrasi dengan mengikuti SNI 06-2456-2011, pemeriksaan titik lembek dengan mengikuti SNI 06-2434-2011 dan pemeriksaan berat jenis aspal, yang dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis aspal keras dengan mengikuti SNI 06-2441-2011.

2) *Terhadap Agregat*: Pemeriksaan analisa saringan agregat dengan mengikuti SNI 03-1968-1990, pemeriksaan kekerasan/ keausan dengan mengikuti SNI 03-2417-2008, pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal dengan mengikuti SNI 03-2439-2011, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dengan mengikuti SNI 1969-2008, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dengan mengikuti SNI 1970-2008.

3) *Pemeriksaan Terhadap Campuran dengan Marshall Test*: Bertujuan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) dan kelelahan (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Prosedur percobaan *Marshall test* mengikuti SNI M-01-2003.

4) *Material yang Digunakan*: Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal/ bitumen dengan penetrasi 60/70, agregat kasar berupa batu pecah Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari, agregat halus yang digunakan adalah pasir Barito, *filler* yang digunakan berupa *filler* dari abu batu dan Semen Tiga Roda.

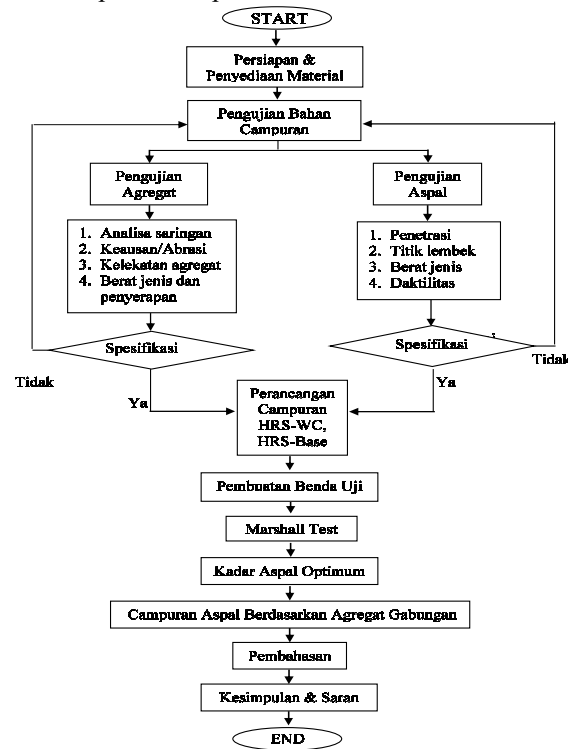
5) *Jumlah Benda Uji*: Benda uji dibuat dengan mencampurkan aspal, agregat kasar, agregat halus dan *filler*.

1. Untuk contoh campuran aspal HRS-WC dan HRS-Base menggunakan agregat kasar Awang Bangkal masing-masing sebanyak 12 (dua belas) buah dalam menentukan kadar aspal optimum.
2. Campuran aspal HRS-WC dan HRS-Base menggunakan agregat kasar gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari, masing-masing sebanyak 12 (dua belas) buah dalam menentukan kadar aspal optimum.

3. Untuk agregat kasar gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari dipakai agregat Awang Bangkal yang lolos nomor saringan 3/4” dan agregat Katunun Pelaihari tertahan nomor saringan 3/8”.
4. Total sampel (*bricket*) yang dibuat adalah 48 (empat puluh delapan) sampel.

### Bagan Alir

Bagan Alir dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## III HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh merupakan data yang didapatkan dari hasil percobaan dan pemeriksaan semua material yang digunakan dalam campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dan Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base).

### A) Pengujian Agregat Kasar

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berupa batu pecah yang berasal dari Awang Bangkal, dengan ukuran maksimal lolos saringan No.3/4” dan tertahan pada saringan No.4. Untuk lebih lengkapnya data hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel IV dan Tabel V berikut.

Tabel IV  
Hasil Pengujian Agregat Kasar Awang Bangkal

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis ( <i>Bulk</i> )	2,426	2,384	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh ( <i>SSD</i> )	2,463	2,419	gr/cc	-

Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	2,519	-	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> )	1,518	1,462	%	< 3 %
Keausan ( <i>Abration</i> )	44,13		%	< 40 %
Kelekatan terhadap aspal	> 95		%	> 95 %
Analisa saringan	-		-	-

Tabel V  
Hasil Pengujian Agregat Kasar Katunun Pelaihari

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis ( <i>Bulk</i> )	-	-	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh ( <i>SSD</i> )	-	-	gr/cc	-
Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	-	-	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> )	-	-	%	< 3 %
Keausan ( <i>Abration</i> )	24,12		%	< 40 %
Kelekatan terhadap aspal	-		%	> 95 %
Analisa saringan	-		-	-

Dokumentasi pelaksanaan pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.



Gambar 2. Pelaksanaan Analisa Saringan



Gambar 3. Hasil Analisa Saringan untuk Campuran Benda Uji

**B) Pengujian Agregat Halus**

Agregat halus digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Barito, dengan ukuran maksimal 4,75 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200. Untuk hasil dari pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel VI berikut.

Tabel VI  
Hasil pengujian Agregat Halus Pasir Barito

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis ( <i>Bulk</i> )	2,482	2,468	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh ( <i>SSD</i> )	2,494	2,490	gr/cc	-
Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	2,511	2,524	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> )	0,462	0,908	%	< 3 %
Analisa saringan	-		-	-

**C) Pengujian Filler**

*Filler* (bahan pengisi) yang digunakan dalam penelitian ini adalah debu batu pecah Awang Bangkal dan Semen Tiga Roda, dengan ukuran maksimum 0,075 mm atau lolos saringan No. 200. Bahan yang menjadi *filler* harus memenuhi persyaratan yaitu harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan 75% dari beratnya harus lolos saringan No.200. Hasil pengujian filler dapat dilihat pada Tabel VII berikut.

Tabel VII  
Hasil Pengujian *Filler* Abu Batu Awang Bangkal

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis ( <i>Bulk</i> )	2,580	3,039	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh ( <i>SSD</i> )	2,611	3,069	gr/cc	-
Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	2,663	3,135	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> )	1,215	1,010	%	< 3 %
Analisa saringan	-		-	-

D) Penguujian Aspal Penetrasi 60/70

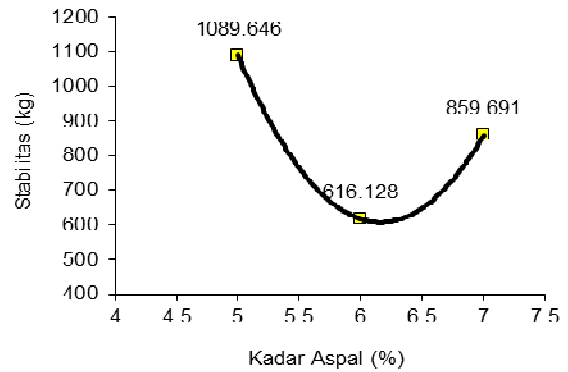
Penguujian dilakukan pada kondisi awal untuk mendapatkan sifat-sifat aspal seperti berat jenis, penetrasi, titik lembek dan daktilitas aspal. Hasil dari pemeriksaan aspal dapat dilihat pada Tabel VIII berikut.

Tabel VIII  
Hasil Penguujian Aspal Penetrasi 60/70

Jenis penguujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis ( <i>Bulk</i> )	1,06		gr/cc	>1,00
Penetrasi aspal	62,8	67,8	mm	60-79
Titik lembek	48,5	49,0	°C	48-58
Daktilitas	160		cm	>100

7	1063,717	5,20	-1,933	13,465	122,965	2,006
7	554,206	10,00	0,589	15,607	103,466	0,543
7	811,941	7,20	3,807	18,338	85,203	1,106
7	703,415	10,10	0,356	15,408	105,045	0,683

Hasil rata-rata uji Marshall campuran HRS-WC Agregat Awang Bangkal dengan kadar aspal 5-7% dapat dilihat pada Gambar 4 sampai Gambar 10 berikut.



Gambar 4. Stabilitas

E) HRS-WC Agregat Awang Bangkal

Berikut adalah hasil penguujian Marshall dengan variasi kadar aspal 5%-7% untuk HRS-WC (Agregat Awang Bangkal).

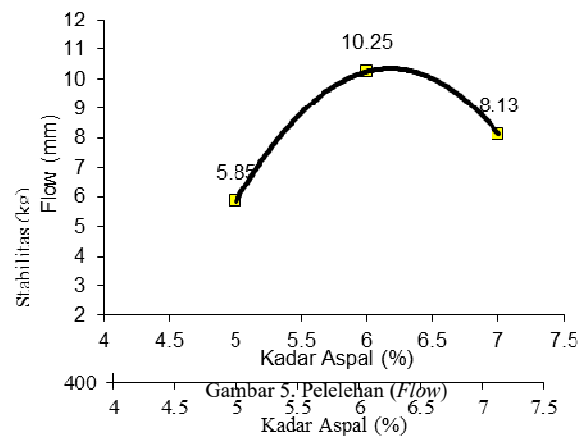
Tabel IX  
Hasil Penguujian Marshall pada Benda Uji dengan Variasi Kadar Aspal 5-7% untuk HRS-WC

Kadar aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat jenuh (gr)	Tinggi rata-rata benda uji (cm)	Koreksi tinggi
5	95	540	1168	668,8	1176	6,30	1,09
5	115	570	1165	670,6	1173	6,27	1,02
5	75	600	1161	660,9	1171	6,33	1,00
5	88	630	1188	679,6	1193	6,40	0,96
6	55	675	1138	648,4	1144	6,20	1,04
6	63	805	1197	677,8	1199	6,47	0,96
6	49	1150	1224	685,3	1225	6,63	0,89
6	43	1470	1210	671,1	1210	6,57	0,93
7	91	520	1164	667,8	1167	6,23	1,02
7	52	1000	1195	672,5	1198	6,53	0,93
7	65	720	1166	644,1	1174	6,30	1,09
7	66	1010	1201	675,1	1202	6,57	0,93

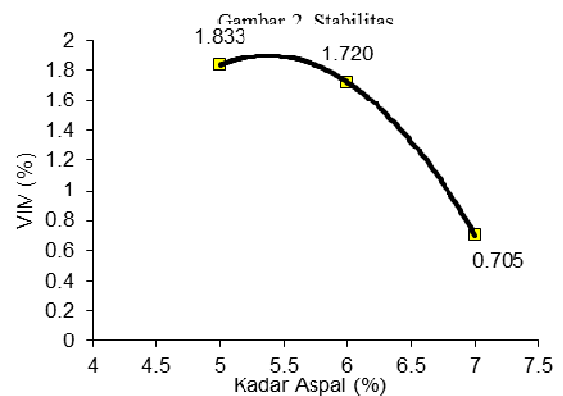
(Hasil Pengolahan Data Primer 2016)

Tabel X  
Analisa Penguujian Marshall Campuran HRS-WC (Agregat Awang Bangkal)

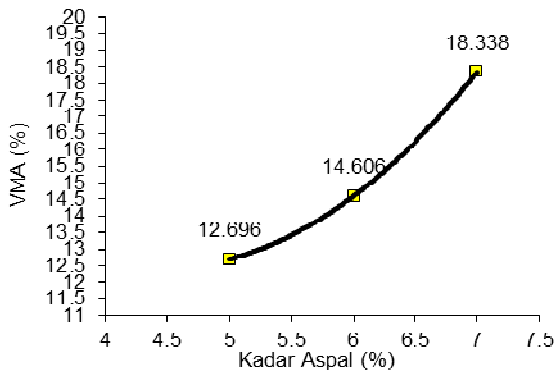
Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
5	1186,683	5,40	1,837	12,699	90,038	2,154
5	1344,258	5,70	1,153	12,092	95,222	2,312
5	859,500	6,00	2,980	13,716	82,394	1,404
5	968,141	6,30	1,362	12,277	93,588	1,507
6	655,512	6,75	0,870	13,867	99,712	0,952
6	693,101	8,05	0,852	13,851	99,842	0,844
6	499,771	11,50	2,090	14,928	91,485	0,426
6	458,285	14,70	3,067	15,776	85,703	3,067



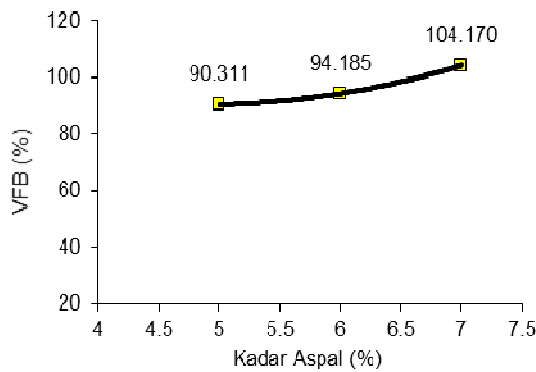
Gambar 5. Pelelehan (Flow)



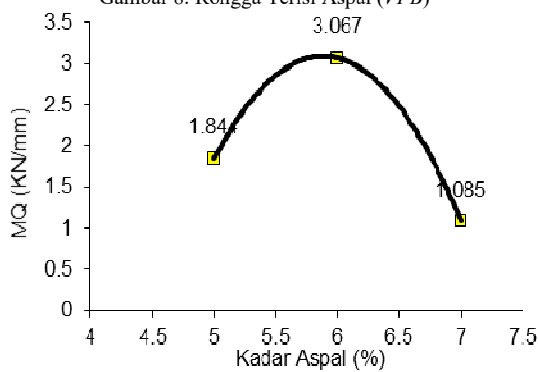
Gambar 6. Rongga Dalam Campuran (VIM)



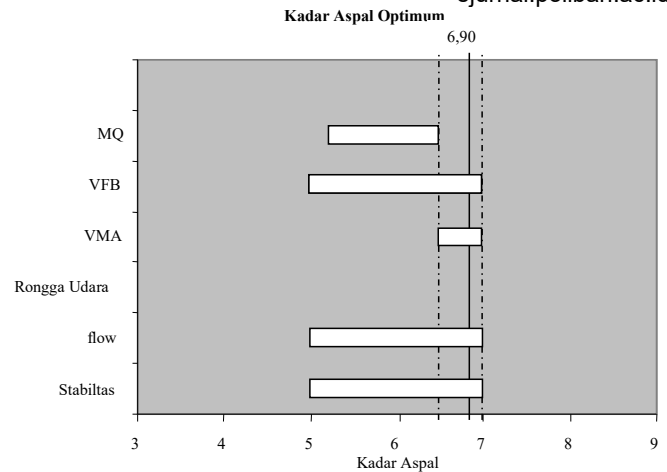
Gambar 7. Rongga Dalam Agregat (VMA)



Gambar 8. Rongga Terisi Aspal (VFB)



Gambar 9. Marshall Quotient



Gambar 10. Hasil Marshall Campuran HRS-WC (Agregat Awang Bangkal)

Berdasarkan hasil percobaan Marshall yang dilakukan (Gambar 10) didapat bahwa kadar aspal optimum berkisar antara 6,5%-7,0%. Dalam penelitian ini didapatkan kadar aspal optimum campuran HRS-WC (Agregat Awang Bangkal) sebesar 6,90% dengan nilai stabilitas sebesar 800 kg

**B. HRS-WC Agregat Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari**

Berikut adalah hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 5%-7% untuk HRS-WC (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari).

Tabel XI  
Hasil Pengujian Marshall pada Benda Uji dengan Variasi Kadar Aspal 5-7% untuk HRS-WC Agregat Campuran

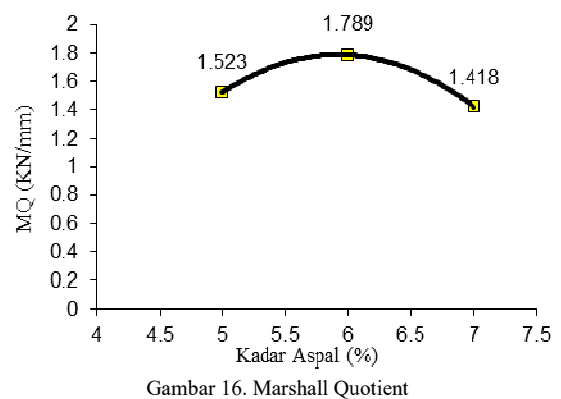
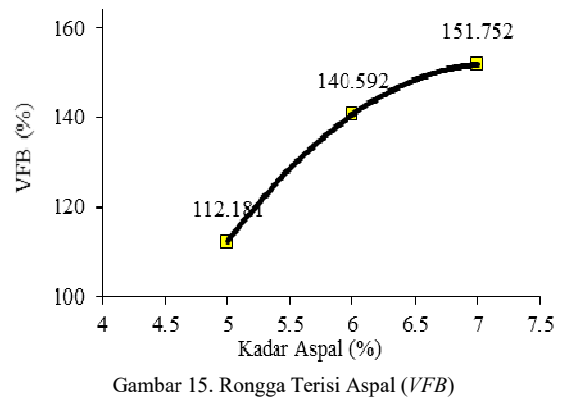
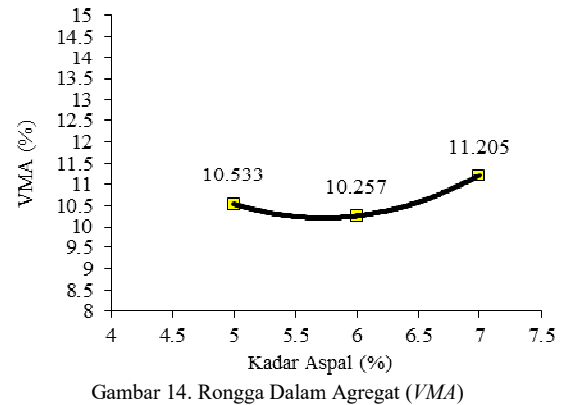
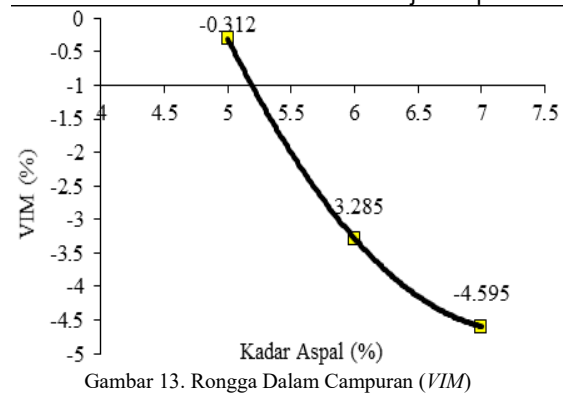
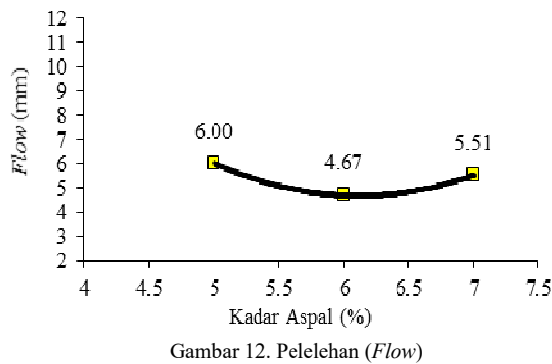
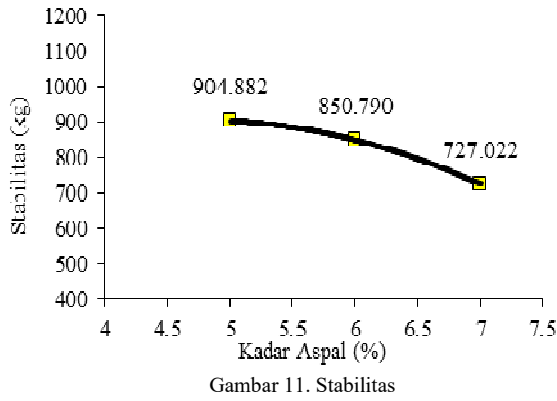
Kadar aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat jenuh (gr)	Tinggi rata-rata benda uji (cm)	Koreksi tinggi
5	85	490	1179,8	690,3	1185,1	6,17	1,04
5	80	450	1170,2	680,3	1176,3	6,17	1,04
5	64	480	1191,3	695,2	1196,6	6,27	1,02
5	43	980	1227,7	699,7	1228,8	6,57	0,93
6	76	460	1184,1	691,6	1186,6	6,23	1,02
6	75	500	1174,4	687,9	1178,0	6,13	1,04
6	71	500	1170,9	686,7	1174,2	6,13	1,04
6	65	410	1170,5	682,0	1173,9	6,13	1,04
7	60	380	1164,7	683,5	1168,1	6,10	1,04
7	62	405	1169,4	681,7	1172,5	6,17	1,04
7	57	510	1185,6	690,2	1187,0	6,20	1,04
7	57	910	1176,9	686,9	1177,7	6,10	1,04

Tabel XII  
Analisa Pengujian Marshall Pada Campuran HRS-WC (Agregat Gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari)

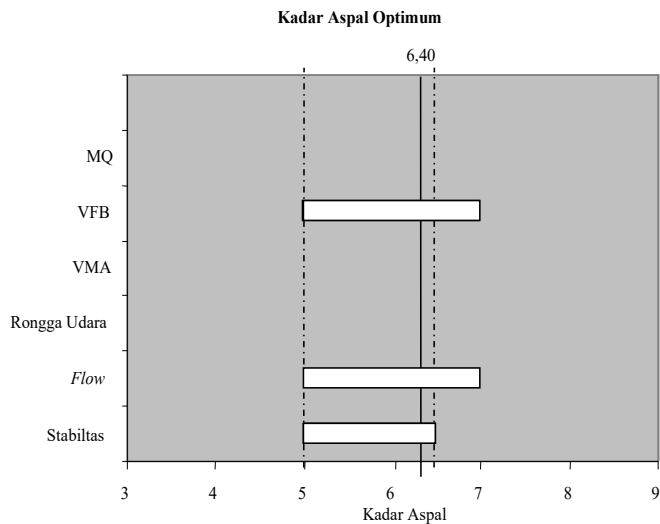
Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
5	1013,064	4,90	-1,640	9,607	123,230	2,027
5	953,472	4,50	-0,569	10,560	110,934	2,077
5	748,109	4,80	-1,280	9,928	118,831	1,528
5	458,285	9,80	1,090	12,035	95,728	0,458
6	888,379	4,60	-3,271	10,269	140,270	1,893
6	893,880	5,00	-3,449	10,114	142,662	1,753
6	846,206	5,00	-3,691	9,904	146,028	1,659
6	774,696	4,10	-2,728	10,741	133,407	1,852

7	715,104	3,80	-5,067	10,804	157,960	1,845
7	738,941	4,05	-4,159	11,576	146,159	1,789
7	679,349	5,10	-4,326	11,433	148,215	1,306
7	679,349	9,10	-4,827	11,008	154,674	0,732

Hasil rata-rata uji Marshall campuran HRS-WC (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) dari masing-masing 4 benda uji dengan kadar aspal 5-7% dapat disimpulkan pada Gambar 11 sampai Gambar 17 berikut.







Gambar 17. Hasil Marshall Campuran HRS-WC (Agregat Gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari)

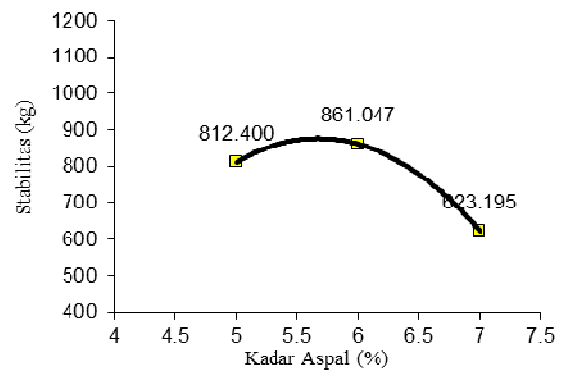
Berdasarkan hasil percobaan Marshall yang dilakukan (Gambar 17) diperoleh kadar aspal optimum antara 5,0%-6,5%. Dalam penelitian ini didapatkan kadar aspal optimum campuran HRS-WC (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) sebesar 6,40% dengan nilai stabilitas sebesar 800 kg.

C. HRS-Base Agregat Awang Bangkal

Berikut adalah hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 5%-7% untuk HRS-Base (Agregat Awang Bangkal).

5	759,798	5,50	0,231	11,222	103,099	1,354
5	865,001	5,10	0,072	11,081	104,576	1,663
5	440,064	5,80	0,591	11,543	99,870	0,744
5	594,086	5,80	1,504	12,355	92,446	1,004
Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
6	667,430	5,20	-0,733	12,417	112,660	1,258
6	786,958	6,60	-0,305	12,789	108,917	1,169
6	935,136	4,10	-1,095	12,102	116,011	2,236
6	762,778	5,60	-0,480	12,637	110,422	1,335
7	616,090	9,40	-0,402	14,701	110,465	0,643
7	630,300	10,10	-0,583	14,547	111,835	0,612
7	506,074	8,40	-0,586	14,544	111,863	0,591
7	595,920	9,08	-1,141	14,072	116,247	0,643

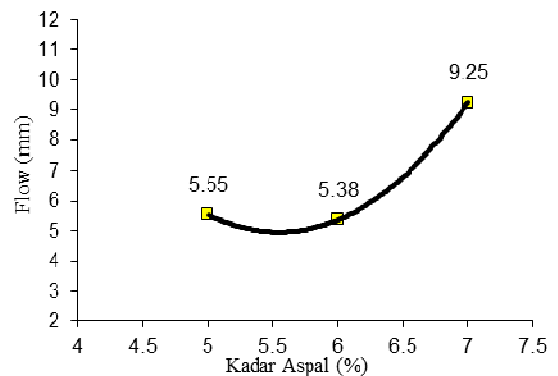
Hasil Marshall campuran HRS-Base (Agregat Awang Bangkal) dapat dilihat pada Gambar 18-24 berikut.



Gambar 18. Stabilitas

Tabel XIII  
Hasil Pengujian Marshall pada Benda Uji dengan Variasi Kadar Aspal 5-7% untuk HRS-Base

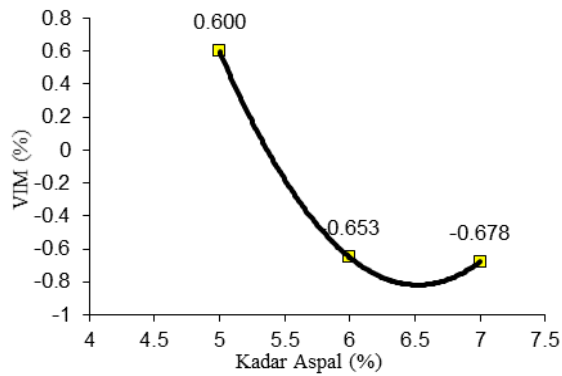
Kadar aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat jenuh (gr)	Tinggi rata-rata benda uji (cm)	Koreksi tinggi
5	65	550	1176	677,3	1182	6,27	1,02
5	74	510	1176	680,1	1184	6,23	1,02
5	40	580	1188	685,3	1197	6,40	0,96
5	54	580	1181	677,6	1191	6,47	0,96
6	56	520	1166	669,1	1171	6,20	1,04
6	63	660	1174	672,5	1180	6,30	1,09
6	80	410	1166	669,9	1170	6,23	1,02
6	64	560	1164	667,7	1170	6,17	1,04
7	56	940	1178	665,9	1181	6,43	0,96
7	55	1010	1176	663,7	1177	6,37	1,00
7	46	840	1182	670,1	1186	6,43	0,96
7	52	908	1177	668,1	1179	6,37	1,00



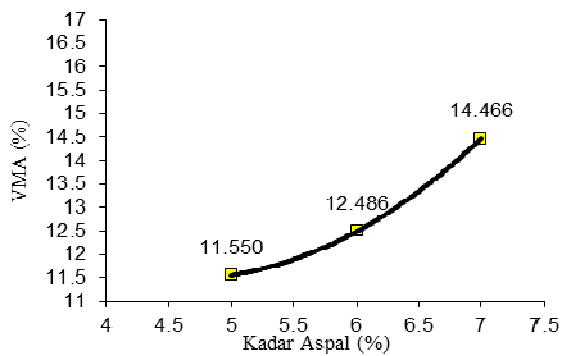
Gambar 19. Pelelehan (Flow)

Tabel XIV  
Analisa Pengujian Marshall pada Campuran HRS-Base (Agregat Awang Bangkal)

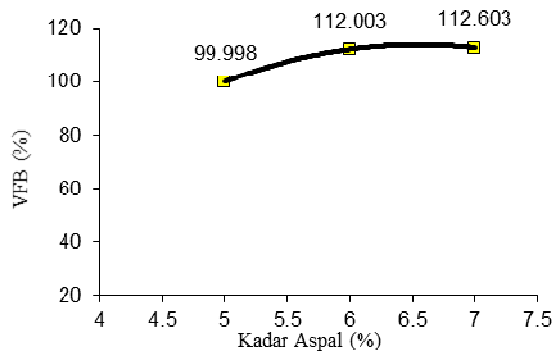
Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
5	65	550	0,231	11,222	103,099	1,354
5	74	510	0,072	11,081	104,576	1,663
5	40	580	0,591	11,543	99,870	0,744
5	54	580	1,504	12,355	92,446	1,004
6	56	520	-0,733	12,417	112,660	1,258
6	63	660	-0,305	12,789	108,917	1,169
6	80	410	-1,095	12,102	116,011	2,236
6	64	560	-0,480	12,637	110,422	1,335
7	56	940	-0,402	14,701	110,465	0,643
7	55	1010	-0,583	14,547	111,835	0,612
7	46	840	-0,586	14,544	111,863	0,591
7	52	908	-1,141	14,072	116,247	0,643



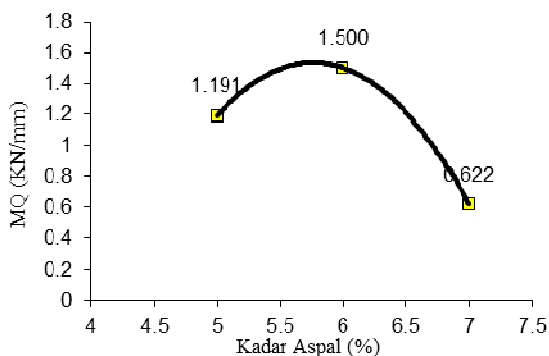
Gambar 20. Rongga Dalam Campuran (VIM)



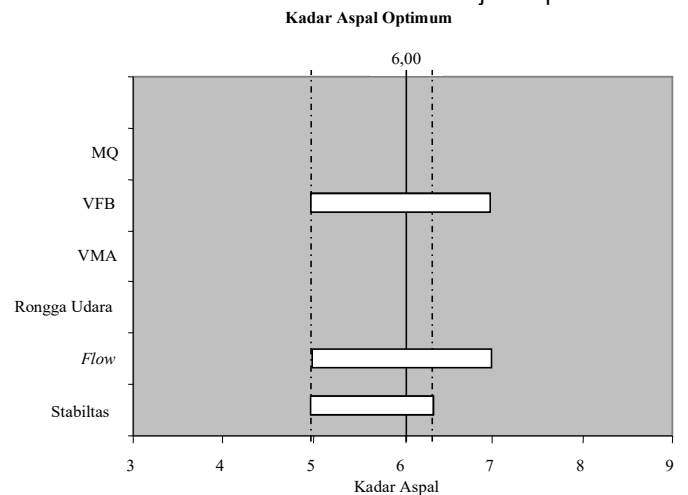
Gambar 21. Rongga Dalam Agregat (VMA)



Gambar 22. Rongga Terisi Aspal (VFB)



Gambar 23. Marshall Quotient



Gambar 24 Hasil Marshall Campuran HRS-Base (Agregat Awang Bangkal)

Berdasarkan hasil percobaan Marshall yang dilakukan (Gambar 24) diperoleh kadar aspal optimum antara 5,0%-6,25%. Dalam penelitian ini didapatkan kadar aspal optimum campuran HRS-Base (Agregat Awang Bangkal) sebesar 6,00% dengan nilai stabilitas sebesar 860 kg.

**D. HRS-Base Agregat Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari**

Hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 5%-7% untuk HRS-Base (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel XV  
Hasil Pengujian Marshall pada Benda Uji dengan Variasi Kadar Aspal 5-7% untuk HRS-Base Agregat Gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari

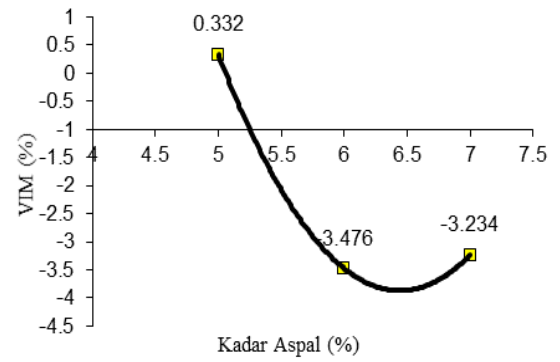
Kadar aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat jenuh (gr)	Tinggi rata-rata benda uji (cm)	Koreksi tinggi
5	49	410	1159,9	663,2	1170,5	6,40	0,96
5	72	460	1168,3	680,2	1173,6	6,17	1,04
5	60	450	1162,9	671,6	1172,9	6,30	1,09
5	40	440	1164,7	676,1	1174,5	6,33	1,00
6	63	510	1168,9	684,4	1171,3	6,17	1,04
6	78	505	1167,9	684,0	1172,5	6,20	1,04
6	48	540	1164,1	675,5	1171,2	6,23	1,02
6	61	680	1180,1	691,7	1182,2	6,17	1,04
7	51	540	1156,3	664,3	1160,9	6,20	1,04
7	64	707	1170,5	686,9	1172,5	6,07	1,09
7	49	880	1164,4	668,2	1166,1	6,23	1,02
7	55	690	1172,3	670,9	1174,4	6,30	1,09

Tabel XVI  
Analisa Pengujian Marshall pada Campuran HRS-Base (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari)

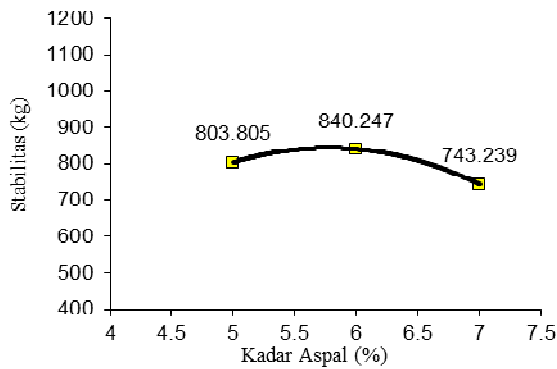
Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
5	539,078	4,10	2,101	12,886	88,101	1,289
5	858,125	4,60	-1,386	9,783	120,176	1,829
5	749,484	4,50	0,673	11,615	99,165	1,633
5	458,400	4,40	-0,060	10,963	105,836	1,021

6	750,859	5,10	-4,094	9,495	152,257	1,443
6	929,635	5,05	-3,665	9,868	145,888	1,805
6	561,082	5,40	-1,826	11,466	123,328	1,019
6	727,022	6,80	-4,320	9,298	155,814	1,048
7	607,838	5,40	-2,224	13,153	125,706	1,104
7	799,450	7,07	-5,823	10,095	169,552	1,109
7	572,771	8,80	-2,671	12,773	130,012	0,638
7	687,027	6,90	-2,218	13,158	125,652	0,976

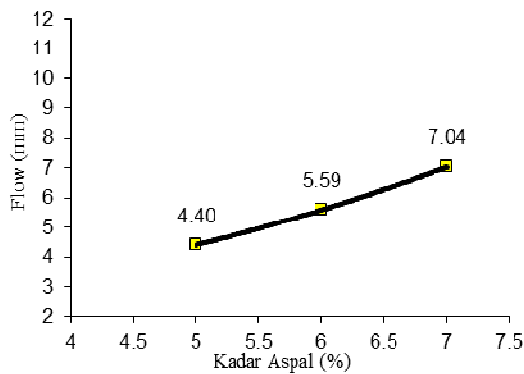
Hasil Marshall campuran HRS-Base (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) dapat dilihat pada Gambar 25-31 berikut.



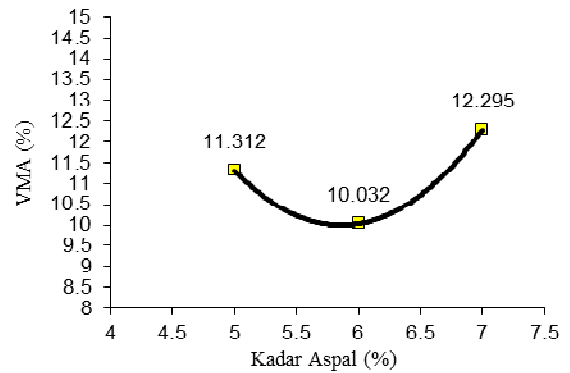
Gambar 27. Rongga Dalam Campuran (VIM)



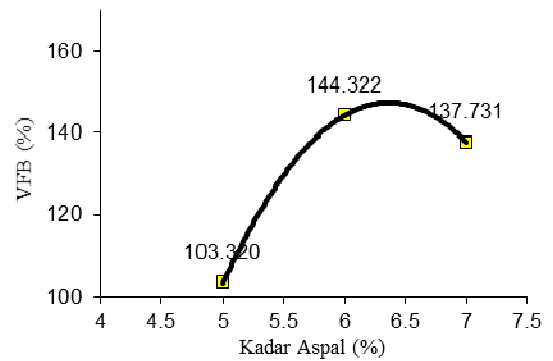
Gambar 25. Stabilitas



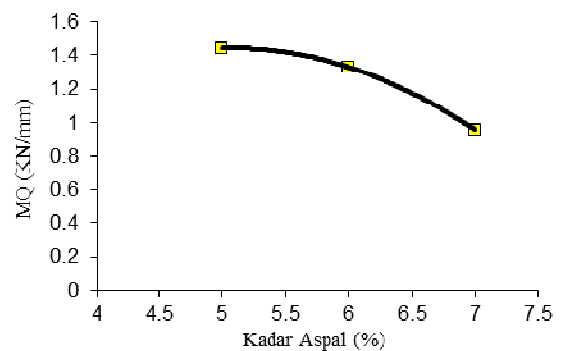
Gambar 26. Pelelehan (Flow)



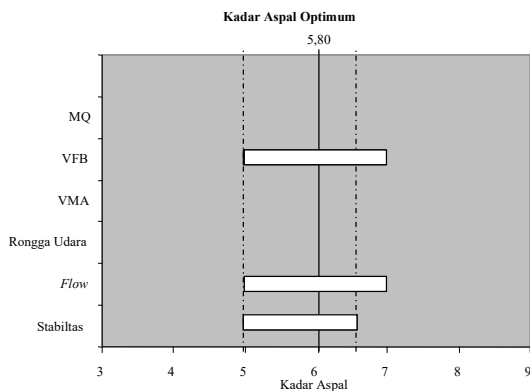
Gambar 28. Rongga Dalam Agregat (VMA)



Gambar 29. Rongga Terisi Aspal (VFB)



Gambar 30. Marshall Quotient



Gambar 31. Hasil Marshall Campuran HRS-Base (Agregat Gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari)

Berdasarkan hasil percobaan Marshall yang dilakukan (Gambar 5) didapat bahwa kadar aspal optimum berkisar antara 5,0%-6,5%. Dalam penelitian ini didapatkan kadar aspal optimum campuran HRS-Base (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) sebesar 5,80% dengan nilai stabilitas sebesar 850 kg.

Dokumentasi pelaksanaan pengujian Marshall dapat dilihat pada Gambar 32 sampai Gambar 34 berikut.



Gambar 32. Penimbangan Agregat untuk Pembuatan Benda Uji



Gambar 33. Sampel/ Benda Uji



Gambar 34. Test Marshall untuk Menentukan Nilai Stabilitas dan Flow

### E. Pembahasan Pengaruh Agregat Gabungan

1) *Agregat Kasar*: Berdasarkan pengujian keausan/abrasi yang dilakukan pada agregat kasar Awang Bangkal didapatkan nilai keausan sebesar 44,13% yang berarti tidak memenuhi persyaratan yang ada pada spesifikasi yaitu <40%. Sedangkan agregat kasar Katunun Pelaihari didapatkan nilai keausan sebesar 24,12% yang berarti telah memenuhi persyaratan yang ada pada spesifikasi yaitu < 40%. Hal ini menunjukkan bahwa agregat kasar berupa batu pecah Awang Bangkal tidak dapat digunakan untuk campuran aspal Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dan Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base).

2) *Agregat Halus*: Hasil pengujian agregat halus berupa pasir Barito menunjukkan nilai penyerapan didapatkan sebesar 0,685% yang berarti telah memenuhi persyaratan yang ada pada spesifikasi yaitu < 3%, Hal ini menunjukkan bahwa pasir Barito dapat digunakan untuk campuran aspal Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dan Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base).

3) *Filler*: *Filler* yang digunakan adalah abu batu dan semen Tiga Roda yang lolos saringan No. 200 tidak menggumpal dan bersifat non plastis. Dari pengujian *filler* abu batu menunjukkan tingkat penyerapan sebesar 1,112% yang berarti telah memenuhi persyaratan pada spesifikasi yaitu < 3%.

4) *Aspal*: Dari pengujian aspal didapatkan nilai penetrasi sebesar 65,3 mm yang berarti telah memenuhi spesifikasi (60-79). Begitu juga dengan berat jenis aspal sebesar 1,06 gr/cc telah memenuhi spesifikasi yaitu lebih besar dari 1,00 gr/cm<sup>3</sup>. Untuk titik lembek terjadi pada suhu 48,75°C telah memenuhi spesifikasi yaitu 48°C - 58°C, sehingga aspal dengan penetrasi 60/70 dapat digunakan dalam campuran HRS-WC dan HRS-Base.

5) *Campuran Aspal*: Pada campuran HRS-WC (Agregat Awang Bangkal) didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 6,90% dengan nilai stabilitas sebesar 800 kg. Sedangkan pada campuran HRS-WC (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 6,40% dengan nilai stabilitas sebesar 800 kg. Pada kondisi ini terjadi pengurangan

pemakaian kadar aspal optimum sebesar 6,90 % dikurang 6,40% sama dengan 0,5%, akibat pengaruh agregat gabungan. Pada campuran HRS-Base (Agregat Awang Bangkal) didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 6,00% dengan nilai stabilitas sebesar 860 kg. Sedangkan pada campuran HRS-Base (Agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari) didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 5,80% dengan nilai stabilitas sebesar 850 kg. Pada kondisi ini terjadi pengurangan pemakaian kadar aspal optimum sebesar 6,00% dikurang 5,8% sama dengan 0,2%, akibat pengaruh agregat gabungan.

#### IV KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa pengaruh agregat gabungan Awang Bangkal dan Katunun Pelaihari pada campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dapat mengurangi pemakaian kadar aspal optimum sebesar 0,5% dengan nilai stabilitas memenuhi spesifikasi yang disyaratkan minimal sebesar 800 kg sedangkan pada campuran Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) dapat mengurangi pemakaian kadar aspal optimum sebesar 0,2% dengan nilai stabilitas memenuhi spesifikasi yang disyaratkan minimal sebesar 800 kg.

#### REFERENSI

- ..... 2010. *Spesifikasi Divisi 6.3 Campuran Beraspal Panas*. Direktur Jenderal Bina Marga. Jakarta.  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.  
1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Perkerasan*. Jakarta.
- Hendarsin, Shirley. L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung.
- Hifni, M. 1991. *Metode Statistika*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- Radam F, Iphan. 2008. *Bahan Ajar: Rekayasa Lalu Lintas*. Universitas Lambung Mangkurat Press. Banjarmasin
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.