

# PERENCANAAN CAMPURAN ASPAL BETON *HOT ROLLED SHEET* – WEARING COURSE (HRS – WC) DENGAN *FILLER* BATU LATERIT KALIMANTAN

Reno Pratiwi<sup>(1)</sup>, Rahmat<sup>(2)</sup>

<sup>(1), (2)</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

E-mail : reno\_pratiwi@yahoo.com

## ABSTRAK

Tahun 1980 Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston) atau *Hot Rolled Sheet* (HRS). Untuk meningkatkan campuran aspal beton dapat dilakukan dengan modifikasi campuran aspal beton terutama dengan mengganti bahan pengisi (*filler*). Batu laterit Kalimantan memiliki beberapa mineral seperti : zat besi, timah, zirkon, kwarsa, alumunium, nikel oksida titanium dan juga memiliki tekstur yang padat dan juga kokoh. Untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap batu laterit Kalimantan sebagai bahan pengganti *filler*. Tujuan penelitian untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* jika menggunakan variasi *filler* batu laterit Kalimantan, kombinasi dan semen serta untuk mengetahui apakah penggunaan batu laterit sebagai *filler* dapat meningkatkan nilai karakteristik *Marshall* HRS. Hasil penelitian didapatkan kadar aspal optimum 6,80 % dengan *filler* 100 % semen nilai stabilitas 1140 kg > 800 kg, *flow* 3,49 mm > 3 mm, MQ 328 kg/mm > 250 kg/mm, VIM 6,0% > 5,7% > 4,0% , VMA 20,0% > 18%, dan VFB 71,5% > 68%. Dengan *filler* kombinasi (50 % batu laterit dan 50 % semen) nilai stabilitas 1054 kg > 800 kg, *flow* 3,77 mm > 3 mm, MQ 281 kg/mm > 250 kg/mm, VIM 6,4 > 6,0 (pada campuran ini nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi), VMA 20,5% > 18%, dan VFB 68,8% > 68%. Dengan *filler* 100 % batu laterit nilai stabilitas 1232 kg > 800 kg, *flow* 3,86 mm > 3 mm, MQ 319 kg/mm > 250 kg/mm, VIM 6,0% > 5,7% > 4,0% , VMA 19,7% > 18%, dan VFB 71,7% > 68%.

**Kata Kunci :** HRS, Batu Laterit Kalimantan, Karakteristik *Marshall*

### 1. PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan lalu lintas di Indonesia mengakibatkan kerusakan diberbagai ruas jalan. Seperti pada ruas jalan yang tingkat lalu lintasnya tinggi, dengan tingginya tingkat lalu lintas cenderung memperpendek umur layanan dari prasarana transportasi. Dengan permasalahan tersebut pada pembuatan jalan baru maupun pemeliharaan jalan dituntut agar meningkatkan kualitas jalan, terutama pada peningkatan mutu bahan yang akan digunakan, dengan peningkatan kualitas jalan maka dana yang dibutuhkan akan semakin meningkat. Sementara di lain pihak dana pembangunan prasarana jalan sangat terbatas. Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) atau *Hot Rolled Sheet* (HRS) yang diyakini menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik pada beban lalu lintas ringan. Untuk meningkatkan kinerja campuran aspal beton dapat dilakukan

dengan memodifikasi campuran aspal beton tersebut terutama dengan mengganti bahan pengisi (*filler*) dengan material lain. Karakteristik *filler* pada campuran perkerasan adalah sebagai bahan pengisi rongga, meningkatkan daya ikat aspal, meningkatkan stabilitas campuran dan memperkecil kelelahan atau penurunan. *Filler* yang digunakan terdiri dari bermacam-macam material, seperti debu batu kapur, semen, atau mineral yang berasal dari asbuton. Karena melihat sisi ekonomis campuran, perlu adanya modifikasi terhadap *filler* dikarenakan harga semen yang semakin hari semakin mahal. Oleh karena itu perlu adanya penelitian terhadap batu laterit Kalimantan, karena batu laterit Kalimantan mudah didapatkan di Kalimantan mulai dari dari tepi pantai sampai dengan pegunungan dengan iklim kering hingga basah. Batu laterit Kalimantan memiliki beberapa mineral yang terkandung di dalamnya, seperti : zat besi, timah, zirkon, kwarsa, alumunium,

nikel, oksida titanium dan lain-lain. Batu laterit Kalimantan ini juga mempunyai tekstur yang padat dan juga kokoh. Karena sifat yang padat dan juga kokoh tanah ini sangat cocok untuk menerima beban berat di atasnya. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti ingin meneliti apakah dengan penggunaan batu laterit Kalimantan sebagai *filler* dapat meningkatkan karakteristik *marshall*.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai karakteristik *Marshall* jika menggunakan variasi *filler* batu laterit Kalimantan, kombinasi dan semen ?
2. Apakah penggunaan batu laterit Kalimantan sebagai *filler* dapat meningkatkan nilai karakteristik *Marshall* pada campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS – WC) ?

Tujuan penelitian ini adalah :

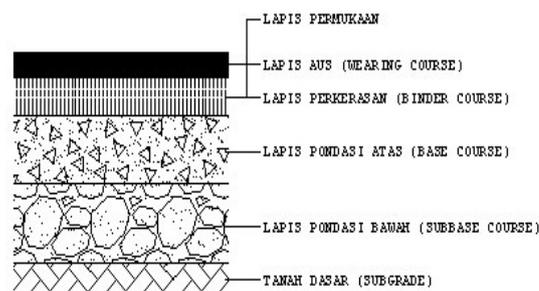
1. Untuk mengetahui berapa nilai karakteristik *Marshall* jika menggunakan variasi *filler* batu laterit Kalimantan, kombinasi dan semen.
2. Untuk mengetahui apakah penggunaan bgatu laterit Kalimantan sebagai *filler* dapat meningkatkan nilai karakteristik *Marshall* pada campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS – WC).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan fleksibel dengan bahan terdiri atas bahan ikat (berupa aspal, tanah liat) dan batu (*Hendra Suryadharma, dkk, 1999*). Beberapa hal yang sangat berhubungan dengan perkerasan lentur adalah:
  - a. Memakai bahan pengikat aspal.
  - b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

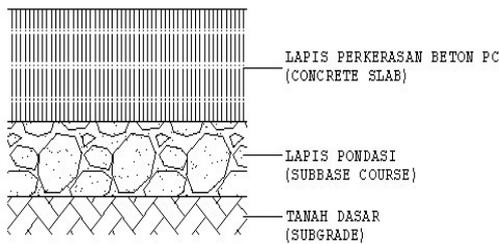
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).
- e. Adapun konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada **Gambar I.1**.



**Gambar I.1.** Komponen Perkerasan Lentur  
Sumber : Dinas Bina Marga

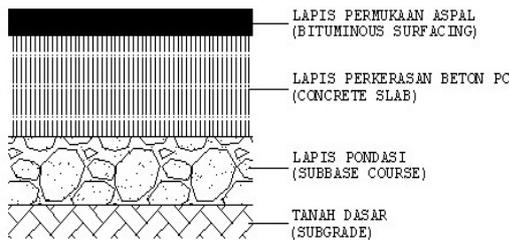
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah perkerasan tegar/kaku/rigid dengan bahan perkerasan yang terdiri atas bahan ikat (semen portland, tanah liat) dengan batuan. Bahan ikat semen portland digunakan untuk lapis permukaan yang terdiri atas campuran batu dan semen (beton) yang disebut slab beton. (*Hendra Suryadharma, Benidiktus Susanto, 1999*).
  - a. Memakai bahan pengikat semen portland (PC).
  - b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
  - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
  - d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, bersifat sebagai balok atas permukaan.

Adapun konstruksi *rigid pavement* dapat dilihat pada **Gambar I.2**.



**Gambar I.2.** Komponen Perkerasan Kaku  
**Sumber :** Dinas Bina Marga

3. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*) adalah jenis perkerasan kombinasi antara *rigid pavement* dan *flexible pavement*. (Hendra Suryadharna, Benidiktus Susanto, 1999).
  - a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
  - b. Perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.



**Gambar I.3.** Komponen Perkerasan Komposit  
**Sumber :** Dinas Bina Marga

**Tabel I.1** Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Bahan Pengikat	Aspal	Semen
Repetisi Beban	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
Penurunan Tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
Perubahan Temperatur	Modulus kelakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kelakuan tidak. Berubah timbul tegangan dalam yang besar

**Sumber :** Silvia Sukirman

### Campuran Beraspal Panas

#### Jenis Campuran Beraspal

1. Lapis Tipis Aspal Pasir (*Sand Sheet, SS*) Kelas A dan B  
 Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) yang selanjutnya disebut SS, terdiri dari dua jenis campuran, SS - A dan SS - B.

pemilihan SS - A dan SS - B tergantung pada tebal nominal minimum. Latasir biasanya memerlukan penambahan *filler* agar memenuhi kebutuhan sifat-sifat yang disyaratkan.

2. Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet, HRS*)

Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS pondasi (*HRS - Base*) dan HRS Lapis Aus (*HRS - Wearing Course, HRS - WC*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS - *Base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada HRS - *WC*.

3. Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete, AC*)

Lapis Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (*AC - WC*), AC Lapis Antara (*AC - Binder Course, AC - BC*) dan AC Lapis Pondasi (*AC - Base*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan aspal polimer atau aspal dimodifikasi dengan aspal alam disebut masing-masing sebagai *AC - WC Modified*, *AC - BC Modified*, dan *AC - Base Modified*.

### Menentukan Kadar Aspal Campuran

Jika dari perhitungan dihasilkan kadar aspal adalah 6,3%, maka nilai kadar aspal rencana/tengah/ideal = 6,5%. Setelah diketahui nilai aspal rencana/tengah/ideal maka nilai ideal di tambahkan sampai 3 kali dengan interval 0,5% dan di kurangi 2 kali dengan interval 0,5% (-1%, -0,5%, PB, +0,5%, +1%, +1,5%).

Rumus yang digunakan adalah :

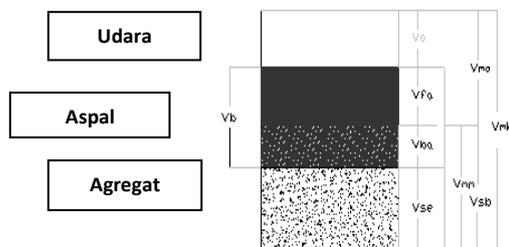
$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(FA) + 0,18(\%filler) + K$$

Keterangan:

- Pb = Nilai kadar aspal rencana
- CA = Agregat kasar, % agregat tertahan saringan No.8
- FA = Agregat halus, % agregat lolos saringan No.8, tertahan saringan No.200
- Filler = % agregat minimal 75% lolos No.200
- K = Nilai konstanta  
= 0,5 – 1,0 untuk laston  
= 2,0 – 3,0 untuk lastaston

**Perhitungan Volumetrik Campuran**

1. Volumetrik Benda Uji Campuran yang dipadatkan



**Gambar I.4** Komponen Campuran Beraspal secara Volumetrik

Sumber : Dinas Bina Marga

Keterangan :

- Vma = Volume rongga diantara mineral agregat
- Vmb = Volume bulk campuran padat
- Vmm = Volume campuran padat tanpa rongga
- Vfa = Volume rongga terisi aspal
- Va = Volume rongga dalam campuran
- Vb = Volume aspal
- Vba = Volume aspal yang diserap agregat
- Vsb = Volume agregat (berdasarkan berat jenis bulk)
- Vse = Volume agregat (berdasarkan berat jenis efektif)

**Rumus Berat Jenis dan Perhitungan Volumetrik**

1. Perhitungan Berat Jenis  
a. Berat Jenis Bulk Agregat Total

$$Gsb = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

Keterangan :

- Gsb = Berat jenis *bulk* agregat total
- P<sub>1</sub>+P<sub>2</sub>+P<sub>n</sub> = Presentase masing-masing fraksi agregat
- G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub>+G<sub>n</sub> = Berat jenis *bulk* masing-masing fraksi agregat

b. Berat Jenis Semu Agregat Total

$$Gsa = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{H_1} + \frac{P_2}{H_2} + \dots + \frac{P_n}{H_n}}$$

Keterangan :

- Gsa = Berat jenis semu agregat total
- P<sub>1</sub>+P<sub>2</sub>+P<sub>n</sub> = Presentase masing-masing fraksi agregat
- H<sub>1</sub>+H<sub>2</sub>+H<sub>n</sub> = Berat jenis semu masing-masing fraksi agregat

c. Berat Jenis Efektif Agregat Total

$$Gse = \frac{Gsb + Gsa}{2}$$

Keterangan:

- Gse = Berat jenis efektif agregat total
- Gsb = Berat jenis *bulk* agregat total
- Gsa = Berat jenis semu agregat total

d. Berat Jenis Maksimum Campuran

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Pmm - Pb}{Gse} + \frac{Pb}{Sb}}$$

Keterangan :

- Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara nol
- Pmm = Persen berat total campuran
- Pb = kadar aspal, persen terhadap berat total campuran
- Gse = Berat jenis efektif agregat
- Gb = Berat jenis aspal

2. Perhitungan Penyerapan Aspal dan Kadar Aspal Efektif

a. Penyerapan Aspal

$$Pba = 100 \times \frac{Gse - Gsb}{Gse \times Gsb} \times Gb$$

Keterangan:

Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat

Gsb = Berat jenis bulk agregat

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

b. Kadar Aspal Efektif

$$Pbe = Pb - \frac{Pba \times (100 - Pb)}{100}$$

Keterangan:

Pbe = Kadar aspal efektif

Pb = Kadar aspal, persen total campuran

Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat

c. Rongga Antar Agregat (VMA)

$$VMA = 100 - \frac{(100 - Pb) \times Gmb}{Gse}$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara agregat

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gmb = Berat jenis *bulk* campuran padat (berat isi)

Pb = Kadar Aspal, persen total campuran

d. Rongga dalam Campuran (VIM)

$$VIM = 100 - \frac{100 \times Gmb}{Gmm}$$

Keterangan :

VIM = Rongga dalam campuran

Gmb = Berat jenis *bulk* campuran padat (berat isi)

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara nol

e. Rongga Terisi Aspal (VFA)

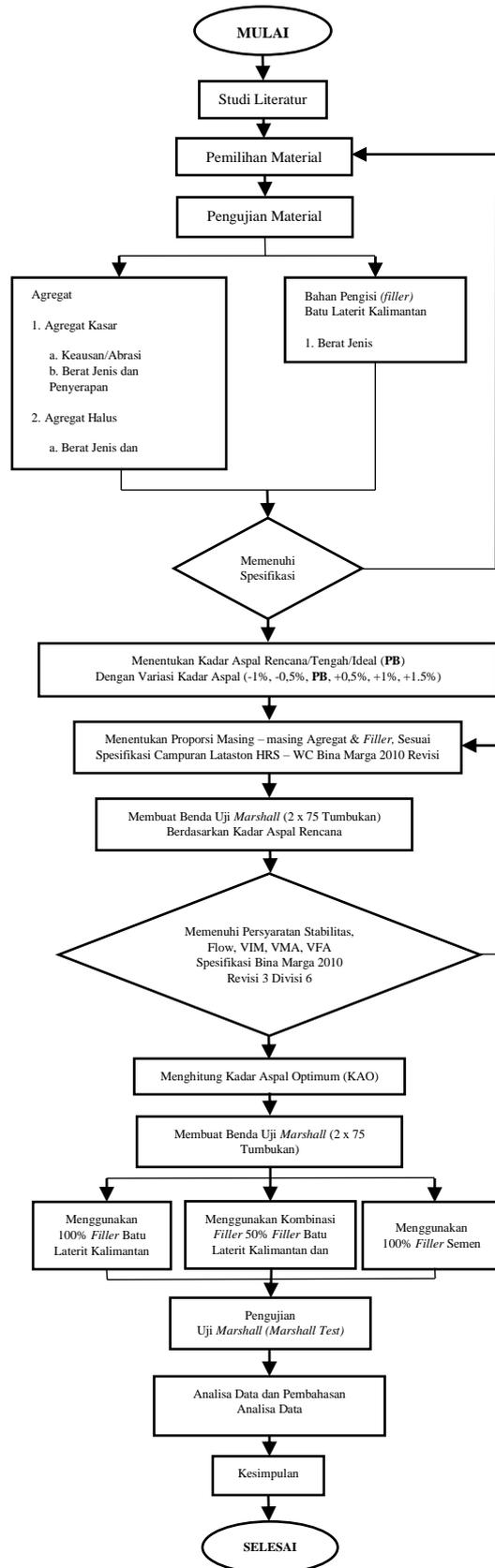
$$VFA = \frac{100(VMA - VIM)}{VMA}$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal

VMA = Rongga diantara agregat

VIM = Rongga dalam campuran



**Gambar I.5** Diagram Alir Metodologi Penelitian

### 3. METODE PENELITIAN

#### 4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Balikpapan terdiri dari pengujian agregat untuk menentukan pembagian ukuran butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan dan mengetahui sifat-sifat fisik atau karakteristik agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) yang digunakan dalam campuran. Bahan agregat yang digunakan pada studi ini, yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar adalah jenis batu pecah (*crushed rock*) yang berasal dari Palu, Sulawesi Tengah sedangkan bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah Semen *Portland* dan hasil penumbukan dari Batu Laterit Kalimantan.

#### Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat dan *Filler*

Hasil pengujian keseluruhan agregat disajikan dalam **Tabel I.2**.

**Tabel I.2** Rekapitulasi hasil pengujian agregat dan *filler*

Pengujian	Agregat Kasar	Agregat Halus	<i>Filler</i> Batu Laterit	Metoda	Spesifikasi
Abrasi	14,28 %			SNI 2417 :2008	≤ 40 %
Berat jenis Bulk	2,79	2,62		SNI 1969 :2008 SNI 1970 :2008	> 2,5 gr/cc
Berat jenis SSD	2,81	2,65	2,60	SNI 1969 :2008 SNI 1970 :2008	-
Berat jenis Semu	2,85	2,72		SNI 1969 :2008 SNI 1970 :2008	-
Penyerapan	0,72 %	1,42 %		SNI 1969 :2008 SNI 1970 :2008	≤ 3 %

**Sumber :** Hasil pengujian laboratorium

Analisa dari keseluruhan hasil-hasil pengujian baik itu pengujian agregat kasar, halus dan *filler* telah memenuhi persyaratan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran lataston HRS – WC Gradasi Semi Senjang berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6.

#### PEMBAHASAN

Aspal yang digunakan adalah Penetrasi 60/70. Berikut dibawah ini hasil pengujian aspal pada **Tabel I.3**.

**Tabel I.3** Pengujian Mutu Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Satuan
				Min	Maks	
1	Penetrasi pada 25°C, 100 gram, 5 detik	SNI 06-2456-1991	62	60	70	0,1 mm
2	Titik lembek	SNI 2434:2011	53,5	≥ 48		°C
3	Daktilitas pada 25°C, 5cm/menit	SNI 2432:2011	128	≥ 100		cm <sup>3</sup>
4	Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub>	AASHTO T44-03	99,5	≥ 99		%
5	Titik nyala (COC)	SNI 2433:2011	331	≥ 232		°C
6	Berat jenis	SNI 2441:2011	1,029	≥ 1,0		gr/ml
7	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	52,3	≥ 54		% asli
8	Daktilitas setelah TFOT	SNI 2432:2011	83,0	≥ 100		cm
9	Titik lembek setelah TFOT	SNI 2434:2011	53,5	-	-	°C
10	Perkiraan suhu pencampuran	AASHTO-27-1990	150	-	-	°C
11	Perkiraan suhu pemadatan	AASHTO-27-1990	145	-	-	°C
12	Kadar parafin	SK-SNI M-09-1993-03	0,440	-	-	%

**Sumber :** Hasil Pengujian

#### Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi adalah distribusi dari variasi ukuran butir berdasarkan nilai titik tengah dari spesifikasi yang digunakan dalam nilai persen. Berdasarkan hal tersebut proporsi campuran Lataston HRS – WC Gradasi Semi Senjang dengan gradasi ideal diperoleh presentase agregat kasar 44,0%, agregat halus 48,0% dan *filler* (Batu Laterit Kalimantan) 8%, dimana campuran menggunakan gradasi ini diharapkan nantinya akan menghasilkan rongga yang diisyaratkan.

**Tabel I.4** Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal Panas

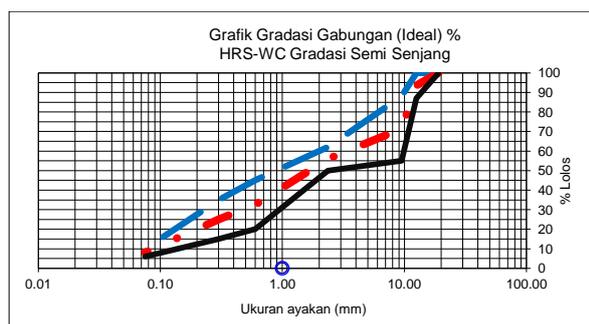
Sieve No.	Sieve (mm)	Spesifikasi HRS-WC Gra. Semi Senjang		Ideal (%)	Komposisi (%)	Keterangan
3/4	19	100	100	100	0	CA
1/2	12,5	87	100	93,5	6,5	CA
3/8	9,5	55	88	71,5	22	CA
4	4,75	0	0	0	0	CA
8	2,36	50	62	56	15,5	CA
16	1,18	0	0	0	0	MA
30	0,600	20	45	32,5	23,5	MA
50	0,300	15	35	25	7,5	MA
100	0,150	0	0	0	0	MA
200	0,075	6	10	8	17	FA
		<b>BB</b>	<b>BA</b>			
Agregat Kasar					44	
Agregat Halus					48	
Filler				100 - 92 =	8	
Total					100	

**Sumber :** Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal (Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6)

Keterangan :

CA : Agregat Kasar  
 MA : Agregat Sedang  
 FA : Agregat Halus  
 BB : Batas Bawah  
 BA : Batas Atas

Detail dari pengujian-pengujian tersebut diperlihatkan dalam **Tabel I.4** yang dituangkan pada **Gambar I.6** gradasi agregat berikut ini:



**Gambar I.6** Grafik Gradasi Gabungan HRS – WC Gradasi Semi Senjang

**Sumber :** Hasil analisis data pengujian laboratorium

Keterangan :

— — — — — : Batas Atas  
 ————— : Batas Bawah  
 - . - . - . - : Nilai Rata – rata Gradasi

### Menentukan Kadar Aspal Rencana

Berdasarkan gradasi agregat gabungan dapat ditarik hasil untuk menentukan kadar aspal rencana/tengah/ideal dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%MA) + 0,18 (\%filler) + K \\
 &= 0,035 (44,0) + 0,045 (48,0) + 0,18 (8,0) + 2,5 \\
 &= 7,64\% \text{ dibulatkan ke angka } 0,5\% \text{ terdekat menjadi} \\
 &= 7,5\%
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai kadar aspal rencana/tengah/ideal maka nilai ideal ditambahkan sampai 3 kali dengan interval 0,5% dan dikurangi 2 kali dengan interval 0,5% sehingga didapat hasil kadar aspal campuran 6,5%, 7,0%, 7,5%, 8,0%, 8,5%, 9,0%.

### Komposisi Campuran Berdasarkan Kadar Aspal Rencana (Pb)

Hasil komposisi campuran untuk perhitungan campuran laston HRS - WC diperoleh sebagai berikut :

Untuk kadar aspal 7,5%, berat total sample 1200 gram terdiri dari aspal + agregat kasar + agregat halus + filler. Berat agregat total 100% - 8% = 92%.

Dari hasil perhitungan komposisi campuran aspal Laston HRS – WC untuk kadar aspal 7,5%, maka komposisi campuran pada kadar aspal 6,5%, 7,0%, 7,5%, 8,0%, 8,5% dan 9,0% dapat dilihat pada **Tabel I.5**.

### Hasil Pengujian Marshall Berdasarkan Nilai Kadar Aspal Rencana

Pengujian Campuran dengan alat *Marshall*, sesuai dengan SNI 06-2489-1990/SK SNI M-58-1990-03 sebagai acuan yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum berdasarkan pengujian tiap-tiap variasi campuran. Dalam penelitian ini dibuat 18 benda uji, dimana masing-masing 3 buah untuk setiap variasi kombinasi campuran, dengan kadar aspal

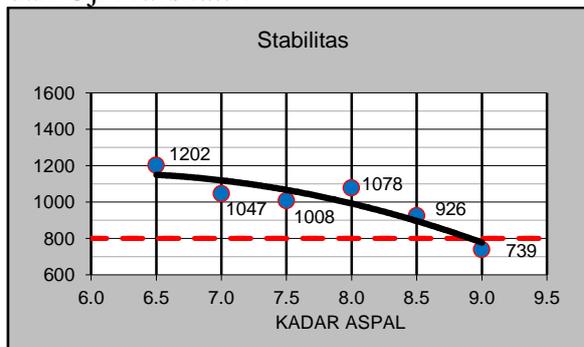
yang diberikan mulai dari 6,5%, 7,0%, 7,5%, 8,0%, 8,5% dan 9,0% dengan interval 0,5%. Benda uji dipadatkan sebanyak  $75 \times 2$  tumbukan per bidang, kemudian benda uji ditimbang di udara kemudian direndam pada temperatur ruangan selama 24 jam, setelah direndam ditimbang di dalam air dan ditimbang pada kondisi jenuh, direndam di dalam bak perendaman pada temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit dan segera dilakukan *Marshall Test*.

**Tabel I.5** Hasil Proporsi campuran aspal Lataston HRS – WC Gradasi Semi Senjang

Ukuran Material	Proporsi Campuran (%)	Kadar Aspal					
		6,5%	7,0%	7,5%	8,0%	8,5%	9,0%
Agregat kasar 19 mm	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agregat kasar 12,5 mm	6,5	72,9	72,5	72,2	71,8	71,4	71,0
Agregat kasar 9,5 mm	22	246,8	245,5	244,2	242,9	241,6	240,2
Agregat kasar 4,75 mm	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agregat kasar 2,36 mm	15,5	173,9	173,0	172,1	171,1	170,2	169,3
Agregat halus 1,18 mm	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agregat halus 0,600 mm	23,5	263,7	262,3	260,9	259,4	258,0	256,6
Agregat halus 0,300 mm	7,5	84,2	83,7	83,3	82,8	82,4	81,9
Agregat halus 0,150 mm	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agregat halus 0,075 mm	17	190,7	189,7	188,7	187,7	186,7	185,6
Filler	8	89,8	89,3	88,8	88,3	87,8	87,4
Aspal 60/70		78,0	84,0	90,0	96,0	102	108
Berat total campuran (gram)		1200	1200	1200	1200	1200	1200

Sumber : Hasil analisis

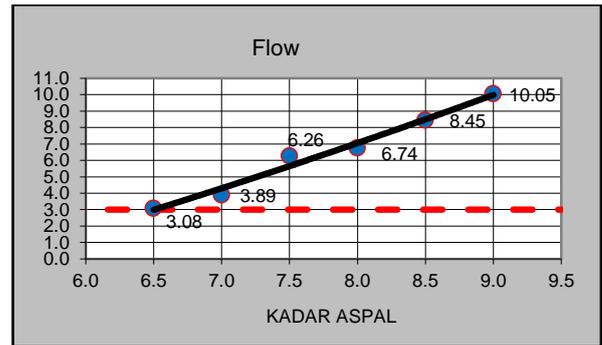
Berikut dibawah ini adalah grafik hasil dari Uji *Marshall* :



**Gambar I.7** Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal

Sumber : Hasil analisis

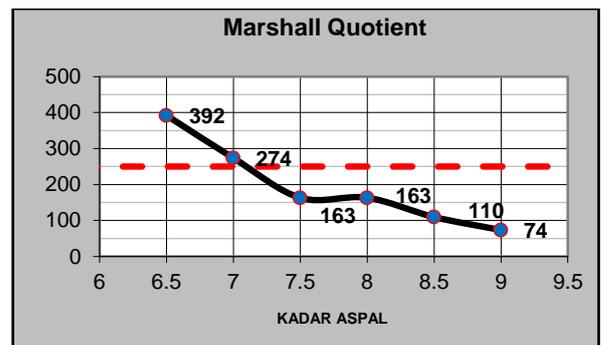
Grafik hubungan antara stabilitas dan kadar aspal berbanding terbalik. Dimana kadar aspal rendah maka nilai stabilitasnya tinggi begitu sebaliknya. Spesifikasi untuk nilai stabilitas berada pada *range* 800 kg. Dimana jika dibawah batas maka tidak memenuhi spesifikasi.



**Gambar I.8** Grafik Hubungan Antara Nilai *Flow* dan Kadar Aspal

Sumber : Hasil analisis

Grafik hubungan antara *flow* dan kadar aspal berbanding lurus. Dimana kadar aspal tinggi maka nilai *flow* semakin tinggi. Spesifikasi untuk nilai *flow* berada pada *range* 3,0 mm. Dimana jika dibawah batas maka tidak memenuhi spesifikasi.

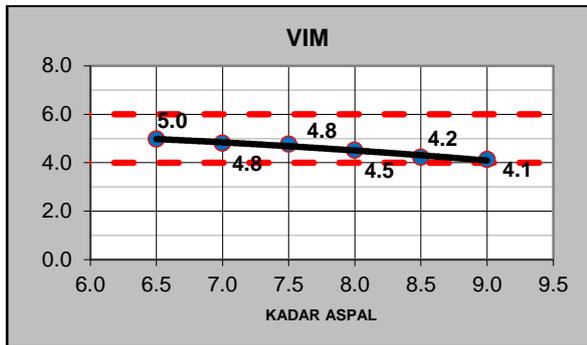


**Gambar I.9** Grafik Hubungan Antara Nilai *MQ* dan Kadar Aspal

Sumber : Hasil analisis

Grafik hubungan antara *Marshall Quotient* dan kadar aspal berbanding terbalik. Dimana kadar aspal tinggi maka nilai *Marshall Quotient* nya rendah. Spesifikasi nilai *Marshall Quotient* berada pada *range* 250 kg/mm. Dimana jika

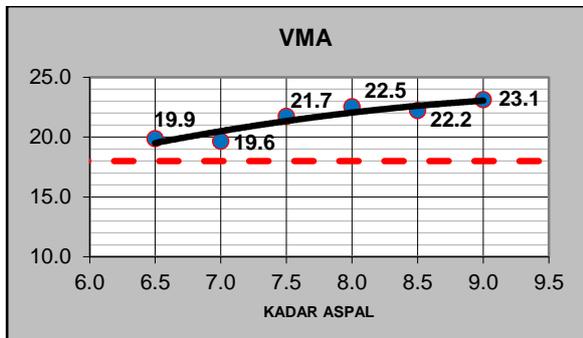
dibawah batas maka tidak memenuhi spesifikasi.



**Gambar I.10** Grafik Hubungan Antara Nilai VIM dan Kadar Aspal

**Sumber :** Hasil analisis

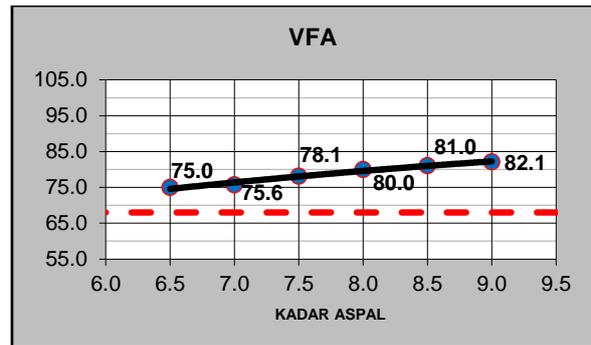
Grafik hubungan antara nilai VIM dan kadar aspal berbanding terbalik. Dimana kadar aspal tinggi maka nilai VIM nya rendah. Spesifikasi nilai Marshall Quotient berada pada range 4,0% sampai 6,0%. Dimana jika dibawah batas dan diatas batas maka tidak memenuhi spesifikasi.



**Gambar I.11** Grafik Hubungan Antara Nilai VMA dan Kadar Aspal

**Sumber :** Hasil analisis

Grafik hubungan antara nilai VMA dan kadar aspal berbanding lurus. Dimana kadar aspal tinggi maka nilai VMA semakin tinggi. Spesifikasi untuk nilai flow berada pada range 18,0 %. Dimana jika dibawah batas maka tidak memenuhi spesifikasi.



**Gambar I.12** Grafik Hubungan Antara Nilai VFA dan Kadar Aspal

**Sumber :** Hasil analisis

Keterangan :

- : Alur Grafik
- - - : Batas Spesifikasi
- : Hasil Analisa

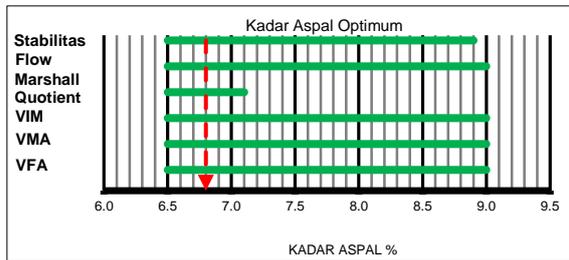
Grafik hubungan antara nilai VFA dan kadar aspal berbanding lurus. Dimana kadar aspal tinggi maka nilai VFA semakin tinggi. Spesifikasi untuk nilai flow berada pada range 68,0%. Dimana jika dibawah batas maka tidak memenuhi spesifikasi.

### Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Perencanaan perkerasan jalan diisyaratkan agar perkerasan yang dihasilkan memiliki stabilitas yang cukup baik tanpa mengabaikan fleksibilitas, durabilitas, dan kemudahan pelaksanaan. Adapun karakteristik campuran aspal panas Lataston HRS – WC Gradasi Semi Senjang, meliputi stabilitas, kelelahan (*flow*), rongga udara diantara butir agregat (VMA), rongga udara dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFA).

Kadar aspal optimum ditentukan dengan menggunakan Metode *Barthart*. Nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentan kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan nilai stabilitas, *flow*, VMA, VIM, dan VFA seperti pada **Gambar I.13**.

Kadar Aspal Optimum =



**Gambar I.13** Grafik penentuan kadar aspal optimum (KAO)

**Sumber :** Hasil pengujian laboratorium

Keterangan :

--- : Garis Kadar Aspal Optimum (KAO)

— : Garis Nilai Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian *marshall test* untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) seperti pada **Gambar I.13**, diperoleh nilai KAO sebesar 6,80%. Dimana nilai KAO ini akan digunakan untuk membuat benda uji berdasarkan nilai KAO.

Benda uji berdasarkan nilai KAO ini dibagi menjadi tiga sesuai dengan *filler* yang akan digunakan, yaitu :

1. 100% *filler* Batu Laterit Kalimantan.
2. 50% *filler* Batu Laterit Kalimantan dan 50% *filler* Semen Portland.
3. 100% *filler* Semen Portland.

Dimana dari ketiga benda uji tersebut terdiri dari nilai komposisi agregat dan kadar aspal yang sama

### Perbandingan Hubungan Variasi *Filler* Dengan Nilai Stabilitas

Dari hasil data pengujian laboratorium ini dapat ditarik hasil bahwa nilai stabilitas dengan menggunakan *filler* Batu Laterit Kalimantan lebih tinggi dari hasil nilai stabilitas dengan menggunakan *filler* semen, sehingga Batu Laterit Kalimantan dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* semen, karena semakin tinggi nilai stabilitas maka semakin baik pula lapis

perkerasan dapat menerima beban diatasnya.

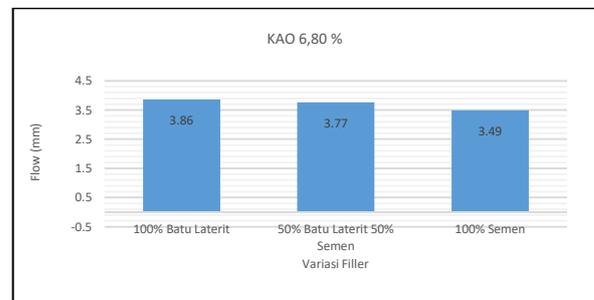


**Gambar I.14** Diagram Hubungan Variasi *Filler* dengan Nilai Stabilitas

**Sumber :** Hasil data pengujian laboratorium

### Hubungan variasi *filler* dengan nilai *flow*

Dari hasil data pengujian laboratorium ini dapat ditarik hasil bahwa nilai *flow* dengan menggunakan *filler* Batu Laterit Kalimantan lebih tinggi dari hasil nilai *flow* dengan menggunakan *filler* semen, sehingga Batu Laterit Kalimantan dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* semen, karena semakin tinggi nilai *flow* maka semakin baik pula fleksibilitasnya.



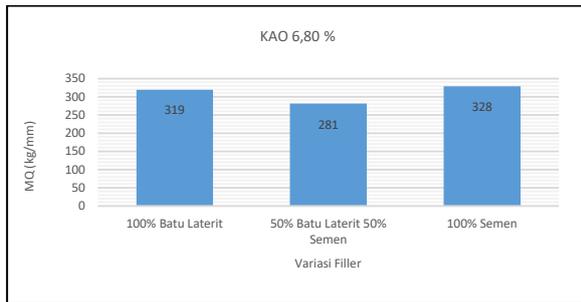
**Gambar I.15** Diagram Hubungan Variasi *Filler* dengan Nilai *Flow*

**Sumber :** Hasil data pengujian laboratorium

### Hubungan variasi *filler* dengan nilai *Marshall Quotient*

Dari hasil data pengujian laboratorium ini dapat ditarik hasil bahwa nilai MQ dengan menggunakan *filler* Batu Laterit Kalimantan lebih rendah dari hasil nilai MQ dengan menggunakan *filler* semen, sehingga Batu Laterit Kalimantan dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* semen, karena nilai MQ yang rendah

menunjukkan bahwa lapisan perkerasan yang tidak terlalu kaku.

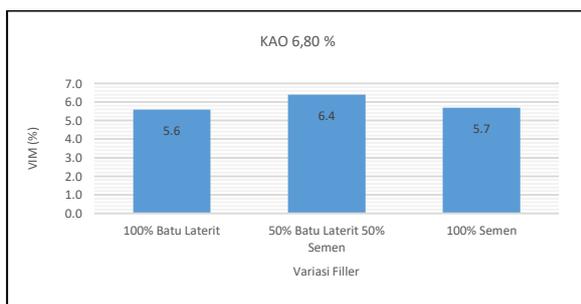


**Gambar I.16** Diagram Hubungan Variasi *Filler* dengan Nilai *Marshall Quotient*

**Sumber :** Hasil data pengujian laboratorium

### Hubungan variasi *filler* dengan nilai VIM

Dari hasil data pengujian laboratorium ini dapat ditarik hasil bahwa nilai VIM dengan menggunakan *filler* Batu Laterit Kalimantan lebih rendah dari hasil nilai VIM dengan menggunakan *filler* semen, sehingga Batu Laterit Kalimantan dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* semen, karena nilai VIM yang rendah menunjukkan bahwa rongga yang ada di dalam campuran lebih sedikit, sehingga akan meningkatkan durabilitas karena air dari luar yang masuk ke dalam campuran lebih sedikit.



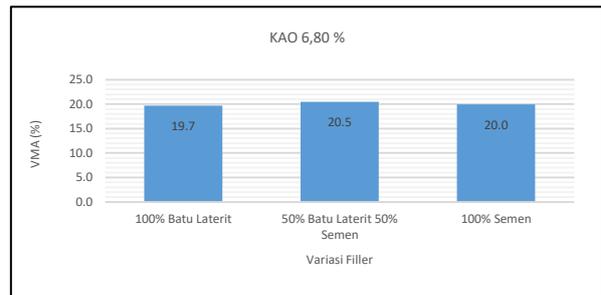
**Gambar I.17** Diagram Hubungan Variasi *Filler* dengan Nilai VIM

**Sumber :** Hasil data pengujian laboratorium

### Hubungan variasi *filler* dengan nilai VMA

Dari hasil data pengujian laboratorium ini dapat ditarik hasil bahwa nilai VMA dengan menggunakan *filler* Batu Laterit

Kalimantan lebih rendah dari hasil nilai VMA dengan menggunakan *filler* semen, sehingga Batu Laterit Kalimantan dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* semen, karena nilai VMA yang rendah menunjukkan bahwa rongga diantara agregat dalam campuran lebih sedikit sehingga kemungkinan campuran untuk terjadinya geser menjadi lebih sedikit.

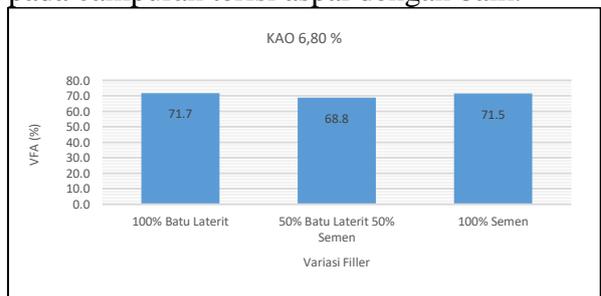


**Gambar I.18** Diagram Hubungan Variasi *Filler* dengan Nilai VMA

**Sumber :** Hasil data pengujian laboratorium

### Hubungan variasi *filler* dengan nilai VFA

Dari hasil data pengujian laboratorium ini dapat ditarik hasil bahwa nilai VFA dengan menggunakan *filler* Batu Laterit Kalimantan lebih tinggi dari hasil nilai VFA dengan menggunakan *filler* semen, sehingga Batu Laterit Kalimantan dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* semen, karena nilai VFA yang rendah menunjukkan bahwa rongga yang ada pada campuran terisi aspal dengan baik.



**Gambar I.19** Diagram Hubungan Variasi *Filler* dengan Nilai VFA

**Sumber :** Hasil data pengujian laboratorium

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian laboratorium mengenai pemanfaatan Batu Laterit Kalimantan

sebagai *filler* pada campuran Lataston HRS – WC Gradasi Semi Senjang dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada penelitian ini, berdasarkan hasil pengujian karakteristik *marshall* dengan menggunakan *filler* Batu Laterit Kalimantan pada campuran Lataston HRS – WC Gradasi Semi Senjang Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6, maka diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,80%.
  - a. Hasil pengujian di laboratorium berdasarkan variasi *filler* 100% Semen menunjukkan nilai stabilitas 1140 kg > 800 kg, *flow* 3,49 mm > 3 mm, MQ 328 kg/mm > 250 kg/mm, VIM 6,0% > 5,7% > 4,0% , VMA 20,0% > 18%, dan VFB 71,5% > 68%.
  - b. Hasil pengujian di laboratorium berdasarkan variasi *filler* 50% Batu Laterit Kalimantan + 50% Semen menunjukkan nilai stabilitas 1054 kg > 800 kg, *flow* 3,77 mm > 3 mm, MQ 281 kg/mm > 250 kg/mm, VIM 6,4 > 6,0 (pada campuran ini nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi), VMA 20,5% > 18%, dan VFB 68,8% > 68%.
  - c. Hasil pengujian di laboratorium berdasarkan variasi *filler* 100% Batu Laterit Kalimantan menunjukkan nilai stabilitas 1232 kg > 800 kg, *flow* 3,86 mm > 3 mm, MQ 319

kg/mm > 250 kg/mm, VIM 6,0% > 5,7% > 4,0% , VMA 19,7% > 18%, dan VFB 71,7% > 68%.

2. Berdasarkan nilai karakteristik *Marshall* pada pengujian Batu Laterit Kalimantan sebagai *filler*, hasil yang didapatkan memenuhi persyaratan uji *Marshall* sesuai dengan Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6. Sehingga dapat digunakan untuk *job mix formula* sebagai bahan pengganti *filler* semen.

### Saran

Berdasarkan pengamatan dari hasil dan evaluasi yang dilakukan, maka untuk penelitian selanjutnya dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya agar dapat dikembangkan dengan menggunakan proporsi campuran *filler* Batu Laterit Kalimantan yang berbeda, misalkan dengan proporsi 25 : 75 dan 75 : 25. Apakah dengan perbandingan tersebut hasil dari karakteristik *Marshall* masih dapat digunakan sebagai *filler* pengganti semen?
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya jumlah penumbukan yang digunakan 2 × 400 tumbukan, untuk mengetahui bagaimana hasil pemadatannya. Apakah bisa digunakan untuk jenis cuaca dan beban yang *extream*?

### DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Bab VII Spesifikasi Umum Revisi 3, Divisi 6 Perkerasan Aspal, Jakarta, 2010.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas, 2001.
- Dimas Reza Rahaditya, *Studi Penggunaan Serbu Bata Merah Sebagai Filler Pada Perkerasan Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS – WC)*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember, 2012.

- Nurkhayati Darunifah, *Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS – WC)*, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- Brown SF dan Brunton, *An Intoduction to the Analytical Design of Bituminous Pavement*, 2<sup>th</sup> Edition, University of Nottingham, England, 1984.
- Suprpto, T.M, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit Teknik Sipil Universtias Gajah Mada, Yogyakarta, 2004.
- Muhamad Nahrowi, *Studi Kuat Lentur Balok Beton Dengan Material Laterit*, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, 2014.
- Santho Tandiarrang, *Komposisi Kimia Batuan Ultramafik Dan Peta Persebaran Laterit*, Universitas Hassanudin, Makassar, 2011.
- Sukirman Silvia, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung, 1992.
- Sukirman Silvia, *Beton Aspal Campuran Panas*, Nova, Bandung, 2003.