

## STUDY OF SAND RIVER AS FINE AGGREGATE IN ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)

Surat<sup>1</sup>, Rusdi H. A<sup>2</sup>, Iphan Fitrian Radam<sup>2</sup> dan Yasruddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Banjarmasin

<sup>2</sup>Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University

### ABSTRACT

*The asphaltic concrete wearing course (AC-WC) structure of flexible pavement must be characteristics capable of bearing the load of traffic, high durability, water-resistant, and wear-resistant as well as flat and sufficiently enough on the surface. The materials of the AC-WC consists of coarse aggregate, medium aggregate, fine aggregate, filler and with bitumen as the binder. Fine fraction aggregate of crushed stone combination with sand river. The deposit of sand river sufficient. The sand river of good quality, gradation with varying specific gravity. The crushed stone is from mountain Martadah quarry and the river sand is from Awang Bangkal River, Rantau River, Pengaron River and Barito River.*

*Research for use mountain Martadah B crushed stone material with coarse aggregate fraction proportion 18%, medium aggregate fraction 40%, fine aggregate fraction 30%, sand river 10%, filler use Portland cement 2%. River sand proportion was equalized to 10% (Awang Bangkal River or Rantau River or Pengaron River or Barito River). Combined gradation approached Fuller curve, percent of passing sieve No.100 and No.200 approaching lower limit specification for asphaltic concrete wearing course gradation.*

*With a specific gravity greater the value, greater density of the mixture gradation, asphalt content and compaction energy the same. Density values are influenced by gradation, asphalt content, specific gravity aggregate and energy to condense. The higher density the value of VIM, VMA lower, and higher VFB. The Marshall test with immersion for 24 hours and 60°C for material crushed stone Martadah B and sand river (River Awang Bangkal or Rantau River or River Pengaron or Barito River) on mixture asphaltic concrete wearing course obtained stability Marshall value remainder is greater than 90 percent that otherwise meet the requirements.*

**Keywords:** Asphaltic concrete wearing course (AC-WC), crushed stone, sand river, Marshall characteristics.

## 1. PENDAHULUAN

Bahan campuran *asphaltic concrete-wearing course* (AC-WC), terdiri dari agregat fraksi kasar, medium, halus dan bahan pengisi (*filler*). Bahan pengikat menggunakan aspal atau bitumen dan bahan tambah (*additive*) yang bersifat anti pengelupasan. Agregat fraksi kasar berukuran lolos saringan 19 mm dan tertahan saringan 9,5 mm. Agregat fraksi medium berukuran lolos saringan 9,5 mm dan tertahan saringan No.8 (2,36 mm). Agregat fraksi halus butir berukuran lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm). Bahan pengisi (*filler*) adalah butir lolos saringan No.200 (0,075 mm), bahan pengisi harus bersifat non-plastis.

Gradasi agregat gabungan dalam

campuran Laston permukaan terdiri dari agregat fraksi kasar, medium, halus dan bahan pengisi dalam porsi yang berimbang disebut gradasi rapat (*dense graded*) atau gradasi menerus. Gradasi rapat di mana rongga agregat dari butiran lebih besar akan diisi butiran yang lebih halus sehingga campuran akan lebih padat. Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan stabilitas campuran yang tinggi.

Potensi sumber material pasir sungai adalah Sungai Barito, deposit pasir sangat besar, Sungai Pengaron, sungai Rantau dan Sungai Awang Bangkal dengan deposit yang diestimasikan cukup untuk memenuhi agregat halus pada campuran aspal, dalam pemeliharaan jalan dan pembangunan jalan di lingkungan kota Banjarmasin sekitarnya.

---

*Correspondence* : Surat

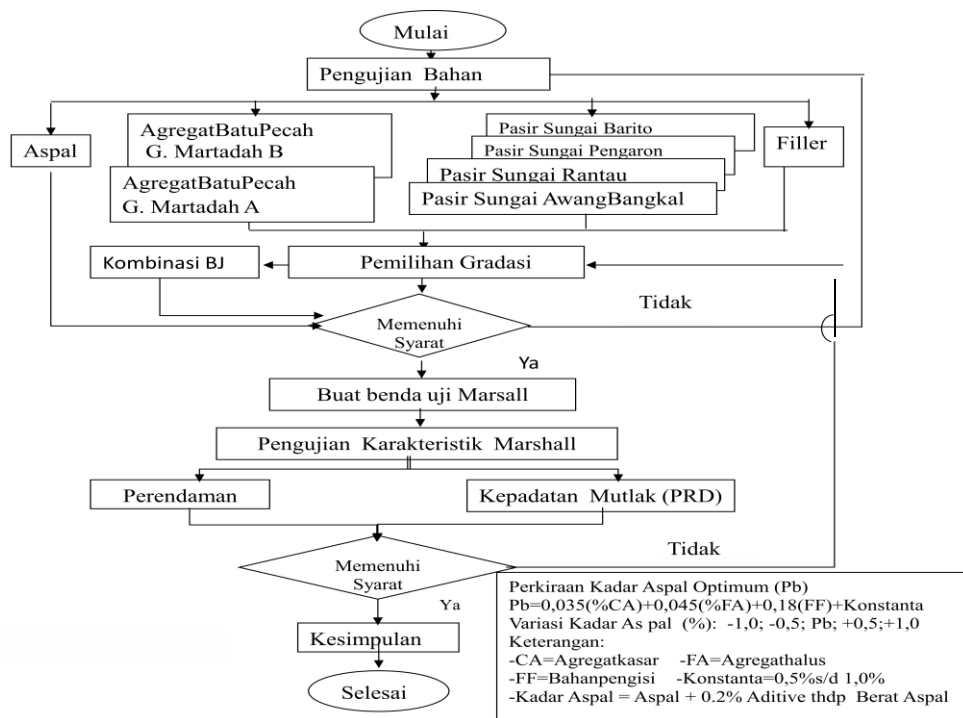
Bentuk butiran pasir sungai umumnya bulat, sehingga dalam susunan gradasi agregat campuran beraspal yang telah dipadatkan akan memberikan rongga untuk diisi oleh aspal sebagai bahan pengikat. Dari aliran sungai yang berbeda maka komposisi dan jenis mineral yang terkandung dalam pasir sungai akan mempengaruhi nilai berat jenis dan penyerapan air sehingga berat jenis pasir bervariasi. Berat jenis kondisi kering (*bulk*) dan kondisi semu (*apparent*) sangat dipengaruhi oleh penyerapan air. Nilai berat jenis efektif adalah rata-rata berat jenis kondisi *bulk* dan *apparent*. Berat jenis efektif dari agregat gabungan antara batu pecah dan pasir sungai merupakan variabel dalam perhitungan karakteristik campuran beraspal, yaitu rongga dalam campuran (VIM), rongga di antara mineral agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB) dan penyerapan aspal terhadap total agregat. Penyerapan aspal akan berpengaruh terhadap tebal penyalutan aspal pada permukaan agregat. Karakteristik ini akan berpengaruh terhadap keawetan (*durability*) dan kinerja campuran beraspal.

Berdasarkan hal tersebut di atas tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan proporsi campuran

dan karakteristik Marshall campuran aspal, mendapatkan hubungan berat jenis dengan karakteristik campuran aspal, mendapatkan nilai Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman sebagai indikasi keawetan (*durabilitas*).

## 2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan pengujian menggunakan standar rujukan Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai rujukan utama, pemakaian standar seperti *British Standard* (BS), *American Society for Testing Materials* (ASTM), *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), sebagai rujukan tambahan. Pengujian yang berhubungan dengan komponen campuran Laston permukaan (*asphaltic concrete-wearing course, AC-WC*) dan campuran aspal Laston dilaksanakan sesuai ketentuan dalam spesifikasi umum jalan dan jembatan dari Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2010. Bagan alir penelitian seperti terlihat Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian berat jenis agregat dipergunakan untuk menganalisa karakteristik campuran beraspal yaitu menentukan rongga dalam campuran dan rongga di antara mineral agregat.

Pengujian abrasi, bentuk kepipihan dan kelonjongan serta kelekatan terhadap aspal pada agregat kasar untuk menentukan kualitas agregat sebagai bahan dasar pembuatan campuran beraspal pada struktur perkerasan jalan. Hasil pengujian pasir sungai disajikan pada Tabel 1

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Pasir Sungai

| No | Karakteristik                | Standar Pengujian | Satuan            | Hasil Sungai Barito | Hasil S.Awang Bangkal | Hasil Sungai Rantau | Hasil Sungai Pengaron | Spesifikasi |
|----|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1  | Berat Jenis Bulk             | SNI 1969:2008     | g/cm <sup>3</sup> | 2,589               | *2,375                | 2,513               | 2,521                 | >2,5        |
| 2  | Berat Jenis SSD              | SNI 1969:2008     | g/cm <sup>3</sup> | 2,614               | 2,443                 | 2,571               | 2,575                 |             |
| 3  | Berat Jenis Apparent         | SNI 1969:2008     | g/cm <sup>3</sup> | 2,656               | 2,548                 | 2,669               | 2,663                 |             |
| 4  | Penyerapan Air               | SNI 1969:2008     | %                 | 0,980               | 2,860                 | 2,320               | 2,110                 | <3          |
| 5  | Material Lolos Ayakan No.200 | SNI 03-4428-1997  | %                 | 0,61                | 2,50                  | 1,46                | 1,62                  | ≤8          |

#### 3.2 Hasil Analisis Saringan

Hasil pengujian analisis saringan pasir sungai (S) sebagai agregat halus pada Tabel 2 Pasir sungai diambil dari Sungai Barito (Marabahan hilir jembatan Rumpiang), Sungai Rantau, Sungai Awang Bangkal dan Sungai Pengaron.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Analisis Saringan Pasir Sungai

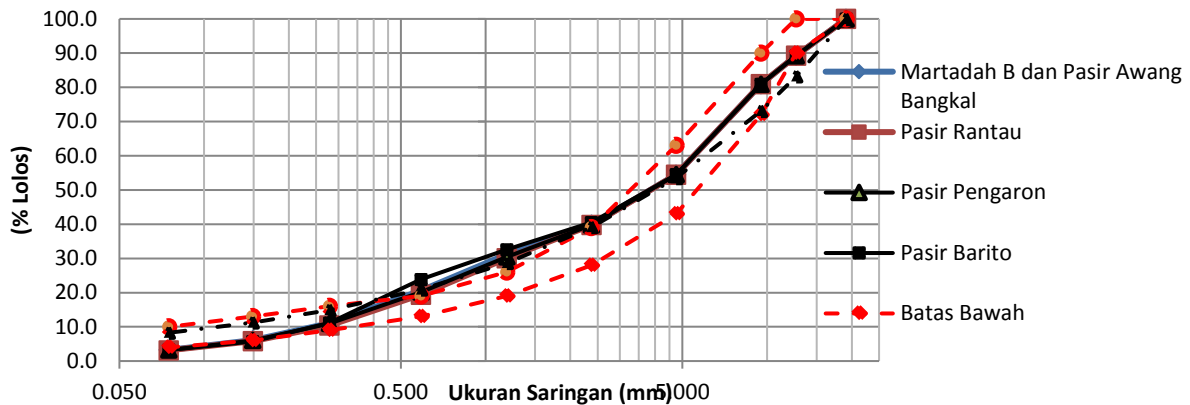
| Nomor Saringan      |        | Persen Lolos (%) |        |              |                     |                |  |
|---------------------|--------|------------------|--------|--------------|---------------------|----------------|--|
| mm                  | inch   | Pasir            | Barito | Pasir Rantau | Pasir Awang Bangkal | Pasir Pengaron |  |
| 19,100              | 3/4"   | 100,00           | 100,00 |              | 100,00              | 100,00         |  |
| 12,700              | 1/2"   | 100,00           | 100,00 |              | 100,00              | 100,00         |  |
| 9,520               | 3/8"   | 100,00           | 100,00 |              | 100,00              | 100,00         |  |
| 4,760               | No. 4  | 100,00           | 100,00 |              | 100,00              | 100,00         |  |
| 2,380               | No. 8  | 99,86            | 91,99  |              | 93,17               | 92,16          |  |
| 1,190               | No. 16 | 99,26            | 72,34  |              | 83,75               | 76,14          |  |
| 0,590               | No. 30 | 93,64            | 41,85  |              | 54,54               | 49,89          |  |
| 0,279               | No. 50 | 39,96            | 16,31  |              | 22,44               | 21,92          |  |
| 0,149               | No.100 | 8,12             | 5,39   |              | 8,45                | 7,77           |  |
| 0,075               | No.200 | 0,89             | 1,12   |              | 2,14                | 1,81           |  |
| Modulus halus butir |        | 2,58             | 3,71   |              | 3,36                | 3,50           |  |

#### 3.3 Gradasi Agregat Gabungan

Hasil gradasi agregat gabungan (dalam persen lolos) memenuhi persyaratan spesifikasi umum untuk Laston permukaan (AC-WC) bergradasi kasar dan memotong kurva Fuller namun demikian hasil terbaik dari beberapa kali alternatif proporsi yang dicoba.

Nilai proporsi disamakan untuk gabungan material batu pecah Gunung Martadah B,

fraksi agregat kasar 18 persen, fraksi agregat medium 40 persen, fraksi agregat halus 30 persen dengan pasir Sungai Barito, atau Sungai Rantau, atau Sungai Pengaron, atau Sungai Awang Bangkal sebesar 10 persen dan bahan pengisi (*filler*) menggunakan semen portland sebesar 2 persen. Gradasi agregat gabungan seperti terlihat pada Gambar 2 berikut..



**Gambar 2.** Kurva Gradasi Agregat Gabungan Laston

Dari Tabel 2 dan Gambar 2 gradasi agregat gabungan batu pecah gunung Martadah dengan pasir sungai Barito kurva gradasi saringan 12,70 mm, saringan 9,52 mm dan 1,19 mm berada di atas kurva Fuller, kurva gradasi saringan 4,76 mm, saringan 2,38 mm dan saringan 0,59 mm mendekati kurva Fuller, kurva gradasi saringan 0,28 mm, saringan 0,15 mm dan 0,075 mm di bawah kurva Fuller. Kurva gradasi memenuhi amplop gradasi AC-WC gradasi kasar, kecuali saringan 1,19 mm di atas batas maks.

dan saringan 0,075 di bawah nilai min. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010). Diperlukan penambahan abu batu ukuran butir lolos saringan 0,075 mm.

### 3.4 Hasil Pengujian Campuran Beraspal

Pengujian campuran beraspal dengan alat Marshall untuk menentukan sifat-sifat campuran. Dari hasil analisis hubungan kadaraspal dengan sifat-sifat campuran (karakteristik Marshall) didapat kadar aspal optimum seperti Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Kadar Aspal Optimum

| Karakteristik Marshall                                          | Satuan            | Pasir Awang Bangkal |        | Pasir Rantau |        | Pasir Pengaron |        | Pasir Barito |        | Spesifikasi      |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|--------|--------------|--------|----------------|--------|--------------|--------|------------------|
|                                                                 |                   | Batu Pecah Martadah |        |              |        |                |        |              |        |                  |
|                                                                 |                   | A                   | B      | A            | B      | A              | B      | A            | B      |                  |
| Kadar Aspal Optimum                                             | %                 | 5,70                | 5,80   | 5,50         | 5,60   | 5,70           | 5,60   | 5,50         | 5,60   |                  |
| Kepadatan                                                       | g/cm <sup>3</sup> | 2,25                | 2,31   | 2,26         | 2,33   | 2,27           | 2,34   | 2,27         | 2,34   |                  |
| Rongga diantara Agregat /VMA                                    | %                 | *13,60              | 15,85  | *13,50       | 15,90  | *14,50         | 15,80  | *13,70       | 15,60  | ≥ 15,00          |
| Rongga dalam Campuran/VIM                                       | %                 | 3,90                | 4,50   | 4,00         | 4,56   | 4,26           | 4,68   | 4,01         | 4,40   | ≥ 3,50<br>≤ 5,00 |
| Rongga terisi Aspal/VFB                                         | %                 | 71,00               | 71,00  | 70,00        | 70,00  | 68,00          | 70,20  | 70,40        | 71,00  | ≥65,00           |
| Stabilitas Marshall                                             | kg                | 850,0               | 1020,0 | 970,0        | 1120,0 | 840,0          | 1162,0 | 880,0        | 1090,0 | ≥ 800,0          |
| Marshall Quotient /MQ                                           | kg/mm             | *225,0              | 280,00 | 275,00       | 295,00 | *220,0         | 291,00 | *220,00      | 280,00 | ≥ 250,00         |
| Kelelahan                                                       | mm                | 3,90                | 3,70   | 3,50         | 3,70   | 3,17           | 4,00   | 3,80         | 3,80   | ≥ 3,00           |
| Kadar Aspal Efektif                                             | %                 | 4,43                | 4,79   | 4,26         | 4,90   | 4,47           | 4,83   | 4,40         | 4,89   | ≥ 4,30           |
| Penyerapan Aspal                                                | %                 | *1,27               | 1,03   | *1,24        | 0,70   | *1,23          | 0,77   | 1,17         | 0,71   | ≤ 1,20           |
| Tebal Lapisan Aspal Film                                        | µmm               | 8,26                | 9,23   | 7,82         | 9,30   | 8,07           | 8,99   | 7,76         | 9,03   | ≥7,50            |
| Stabilitas Marshall Sisa setelah Perendaman selama 24 jam, 60°C | %                 | -                   | 96,00  | -            | 96,90  | -              | 94,60  | -            | 95,60  | ≥ 90,00          |

Tabel 3 (lanjutan)

| Karakteristik Marshall                                                      | Satuan            | Pasir Awang Bangkal |      | Pasir Rantau |      | Pasir Pengaron |      | Pasir Barito |      | Spesifikasi |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|------|--------------|------|----------------|------|--------------|------|-------------|
|                                                                             |                   | Batu Pecah Martadah |      |              |      |                |      |              |      |             |
|                                                                             |                   | A                   | B    | A            | B    | A              | B    | A            | B    |             |
| Rongga dalam Campuran pada Kepadatan Membal ( <i>Refusal</i> ) Pasir Sungai | %                 | -                   | 3,69 | -            | 3,63 | -              | 3,63 | -            | 3,54 | ≥ 2,50      |
| Berat Jenis <i>bulk</i>                                                     | g/cm <sup>3</sup> | *2,375              |      | 2,513        |      | 2,521          |      | 2,589        |      |             |
| Modulus Halus Butir                                                         |                   | 3,36                |      | 3,71         |      | 3,50           |      | 2,58         |      |             |

### 3.5 PEMBAHASAN

Hasil penelitian pasir sungai sebagai agregat halus untuk campuran beraspal pada Laston Permukaan (AC-WC) pembahasan diuraikan di bawah ini.

Proporsi campuran dan karakteristik Marshall untuk Laston permukaan. Material batu pecah Gunung Martadah A didapat nilai kekerasan (abrasi) sebesar 32,5 persen lebih besar dari 30 persen sehingga tidak memenuhi syarat Laston permukaan gradasi kasar. Pasir Sungai Awang Bangkal didapat berat jenis 2,375 g/cm<sup>3</sup> kurang dari 2,500 g/cm<sup>3</sup> tidak memenuhi syarat.

Material batu pecah Gunung Martadah B nilai abrasi 15,4 persen dan pasir sungai (Sungai Awang Bangkal atau Sungai Rantau atau Sungai Pengaron atau Sungai Barito). Proporsi agregat didapat yaitu fraksi agregat kasar 18,0 persen, fraksi agregat medium 40,0 persen, fraksi agregat halus 30,0 persen, pasir sungai Awang Bangkal 10 persen, *filler* menggunakan semen Portland 2,0 persen. Kadar aspal optimum sebesar 5,7%. Karakteristik Marshall dalam campuran semua memenuhi kriteria persyaratan campuran Laston permukaan (*asphaltic concrete-wearing course/AC-WC*) gradasi kasar, (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010).

Hubungan berat jenis pasir dengan kepadatan campuran. Nilai berat jenis pasir terendah adalah pasir Sungai Awang Bangkal sebesar 2,375 g/cm<sup>3</sup> dan tertinggi pasir sungai Barito sebesar 2,589 g/cm<sup>3</sup>. Kepadatan campuran tertinggi sebesar 2,338 g/cm<sup>3</sup> pada campuran batu pecah Gunung Martadah B dan pasir Sungai Barito. Pengaruh berat jenis pasir terhadap karakteristik campuran adalah dengan berat jenis semakin besar nilai

kepadatan campuran makin besar. Nilai kepadatan dipengaruhi oleh gradasi, kadar aspal, berat jenis agregat dan energi untuk memadatkan. Nilai kepadatan campuran akan berpengaruh terhadap nilai rongga dalam campuran (VIM) dan VMA. Semakin tinggi kepadatan (*density*) maka nilai VIM dan VMA lebih rendah. Semakin tinggi kepadatan maka nilai VMA lebih rendah. Nilai VIM dan VMA akan berpengaruh terhadap rongga terisi aspal (VFB). Nilai VIM rendah dengan kepadatan tinggi diperoleh VFB juga tinggi. Campuran beraspal dengan nilai VIM rendah, kepadatan tinggi dan VFB yang tinggi menghasilkan stabilitas dan kelenturan tinggi, sehingga durabilitas tinggi tetapi rentan terhadap deformasi plastis dan *bleeding*.

Hubungan berat jenis pasir sungai dengan rongga dalam campuran (VIM) dan rongga di antara mineral agregat (VMA) ditinjau dari rentang kadar aspal yang memenuhi syarat kriteria campuran, kepadatan tinggi nilai rongga dalam campuran maupun rongga di antara mineral agregat rendah. Nilai VIM maupun VMA dipengaruhi juga oleh gradasi agregat gabungan dimana penggunaan pasir sungai sebagai agregat halus dengan variasi modulus halus butir (MHB), semakin halus nilai MHB didapat VIM maupun VMA semakin kecil. Nilai VIM pada kadar aspal optimum dengan pengujian Marshall standar terendah sebesar 3,9% dan tertinggi 4,7%, syarat spesifikasi 3,5% s/d 5,5% dengan demikian masih memenuhi syarat, nilai VIM mendekati batas atas dikarenakan gradasi agregat gabungan pada butir lolos saringan No.100 rendah mendekati batas bawah gradasi, sehingga didapat nilai VMA yang lebih besar.

Hubungan berat jenis pasir dengan

stabilitas Marshall, kelelahan (*flow*) dan *Marshall quotient* tidak signifikan. Nilai stabilitas Marshall pada kadar aspal optimum pada campuran dengan menggunakan batu pecah Gunung Martadah B lebih besar dari 1000 kg. Stabilitas Marshall tertinggi sebesar 1162 kg pada material kombinasi batu pecah Gunung Martadah B dengan pasir Rantau. Nilai stabilitas Marshall, *flow* dan *Marshall quotient* sangat dipengaruhi oleh gradasi agregat, abrasi, kadar aspal dan kepadatan campuran beraspal. Gradasi agregat gabungan dimana penggunaan pasir sungai sebagai agregat halus dengan variasi modulus halus butir (MHB). Nilai MHB terendah pasir Sungai Barito dan tertinggi pasir Sungai Rantau. Pengaruh MHB terhadap stabilitas Marshall, nilai MHB semakin rendah didapat nilai stabilitas cenderung menurun.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis penelitian dinyatakan bahwa pasir sungai layak sebagai agregat halus pada Laston permukaan kecuali pasir Sungai Awang Bangkal. Berdasarkan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan pasir sungai sebagai agregat halus dengan proporsi sebesar sepuluh persen terhadap total agregat dikombinasikan dengan batu pecah Gunung Martadah B dan karakteristik Marshall campuran aspal memenuhi syarat spesifikasi Laston permukaan (AC-WC) gradasi kasar, untuk kombinasi dengan batu pecah Gunung Martadah A karakteristik Marshall tidak memenuhi syarat spesifikasi.
2. Berat jenis pasir sungai semakin tinggi karakteristik Marshall semakin baik. Berat jenis pasir semakin besar nilai kepadatan campuran makin besar, sedangkan nilai rongga dalam campuran (VIM), rongga di antara mineral agregat (VMA) semakin rendah. Nilai rongga terisi aspal (VFB) dan stabilitas meningkat.
3. Pengujian stabilitas Marshall dengan perendaman (*immersion*) selama 24 jam dan suhu 60°C untuk material batu pecah Gunung Martadah B dan pasir sungai

pada campuran Laston permukaan (AC-WC) diperoleh nilai stabilitas Marshall sisa lebih besar dari 90 perse memenuhi persyaratan.

4. Campuran beraspal dengan nilai rongga di antara mineral agregat (VMA) pada kadar aspal optimum di bawah nilai minimum persyaratan spesifikasi umum penanganan merubah gradasi agregat gabungan, dengan cara merubah proporsi campuran sehingga gradasi menjauhi kurva Fuller.
5. Nilai *Marshall quotient* di bawah nilai minimum spesifikasi umum disebabkan oleh nilai abrasi agregat kasar yang tinggi mendekati batas maksimum penanganannya dengan kombinasi agregat fraksi kasar, fraksi medium agregat batu pecah dengan nilai abrasi yang lebih rendah sehingga stabilitas Marshall lebih tinggi.

#### DAFTAR RUJUKAN

- AASHTO. 1990. 15 th edition. *Standard Specifications for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing, Parts II, Specifications*, Washington, USA.
- ASTM. 1988. *Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.03 Road and Paving Material*, Philadelphia, USA.
- Asphalt Institute, Manual Series No.2 (MS-2). 1984. *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types*, Asphalt Institut, Kentucky, USA.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 7729:2011 Cara Uji Viskositas Aspal Pada Temperatur Tinggi Dengan Alat Saybol Furol*, Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *PtT-01-2002-B Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Spesikasi Umum*, Jakarta.

- Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Dep.Kim.Pras.Wil. 2002. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Jakarta.
- Hardiyanto, Hary Cristiady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Irianto, Agus. 2012. *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi, dan Pengembangannya*, Kencana Predana Media Group, Jakarta.
- Putrowijoyo, Rian. 2006. *Kajian Laboratorium Sifat Marshall Dan Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland dan Abu Batu Sebagai Filler*, Magister Tesis, UNDIP, Semarang.
- Rachmad B. dan Machsus. 2007. *Penambahan Gilsonite Resin pada Aspal Prima 55 untuk Meningkatkan Kualitas Perkerasan Hot Mix*, Jurnal Aplikasi, Vol.3, No. 1, Agustus, FTSP-ITS Surabaya.
- Shell. 1995. *The Shell Bitumen Industrial Handbook*, Shell Bitumen, London, UK.
- Sudjana. 1996. *Metoda Statiska*, Tarsito Bandung, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Yamin, R Anwar. 2002. *Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung.
- Yamin, R Anwar. 2002. *Penentuan dan Analisa Vometrik Campuran Beraspal dan Konksuensi dari Kesalahannya*, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung.
- Yamin. R Anwar. 2010. *Bahan Campuran dan Pembuatan JMF Campuran Beraspal Panas*, Bimbingan Teknis,DPU Propinsi Kalimantan Selatan Banjarmasin.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Kepadatan Mutlak*, PT. Mediatama Saptakarya , Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *SNI-06-2432-1991 Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal*, Pustran.Balit .Bang, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *SNI-06-2433-1991 Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Dengan Alat Cleveland Open Cup*, Pustran.Balit.Bang, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *SNI-06-2441-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat*, Pustran.Balit .Bang, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *SNI-06-2456-1991 Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen*, Pustran.Balit.Bang , Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *SNI-06-2434-1991 Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Boll)*, Pustran.Balit.Bang , Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *RSNI-M-01-2003 Metode Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall*, Pustran.Balit.Bang, Bandung.