



KINERJA LABORATORIUM ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN AGREGAT DARI SUNGAI ALIRAN LAHAR DINGIN GUNUNG MERAPI

Oleh : Suryanto *

E-mail: suryantonandan@gmail.com¹

ABSTRAK: Meskipun agregat dari sungai aliran Gunung Merapi sering dan sudah lama digunakan untuk lapis **Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)**, pemeriksaan (pengujian) terhadap material perkerasan jalan termasuk agregatnya merupakan persyaratan suatu Perencanaan Perkerasan Jalan. Pemeriksaan (pengujian) setiap saat dan lokasi terhadap agregat sebagai material perkerasan jalan sangat diperlukan mengingat dapat sebagai kontrol atau pembanding dari design (perencanaan) yang telah dilaksanakan dan sebagai gambaran atau perkiraan untuk perencanaan yang akan datang, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengujian laboratorium agregat dari beberapa sungai aliran lahar dingin Gunung Merapi yang digunakan sebagai bahan susun campuran AC-WC. Kinerja laboratorium AC-WC meliputi : berat volume, stabilitas, kelelahan (**flow**), kuosien Marshall, VIM (**void in mix**), VMA (**voids in the mineral aggregate**), dan VFA (**voids filled with asphalt**). Proses pengaliran agregat di sungai bersifat terbuka di alam, dimungkinkan terjadi perubahan/perbedaan karakteristik dari agregat tersebut antara di hulu, pertengahan antara hulu dan hilir, dan hilir sungai, sehingga perlu diketahui seberapa besar perbedaannya. Titik pengambilan material : Sungai Boyong, Tlogoputri, Kaliurang, Sleman (Lokasi 1), Progo, Nanggulan Kulon Progo (Lokasi 2), Code, Gondolayu Yogyakarta (Lokasi 3), Kuning, Maguwo Sleman (Lokasi 4), Opak, Kretek Bantul (Lokasi 5), dan sungai Progo, Srandakan Bantul (Lokasi 6). Stabilitas AC-WC agregat dengan lokasi pengambilan di pertengahan antara hulu dan hilir sungai mempunyai nilai tertinggi, yang dipengaruhi oleh berat volume. Kuosien Marshall AC-WC agregat dengan lokasi pengambilan di pertengahan antara hulu dan hilir sungai mempunyai nilai tertinggi, kemudian di, hilir, dan terkecil di hulu sungai, tidak tergantung kepada nilai VIM dan VMA.

Kata-Kata Kunci: kinerja laboratorium, **Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)**, agregat dari sungai aliran lahar dingin gunung Merapi

I. PENDAHULUAN

Gunung Merapi yang terletak di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta termasuk gunung berapi yang masih aktif, sehingga merupakan sumber material yang cukup potensial. Material tersebut antara lain berupa pasir, krikil, dan batu yang dialirkan melalui sungai-sungai aliran lahar dingin sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan khususnya perkerasan jalan.

Perkerasan jalan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta hampir semuanya menggunakan jenis *Asphalt Concrete* (AC) atau aspal beton. Salah satu perawatan/pemeliharaan jalan dengan bahan ikat aspal yang bersifat rutin adalah pemberian lapis aus (AC-WC = *Asphalt Concrete-Wearing Course*) yang baru setelah lapis aus (AC-WC) yang lama sudah habis. Penggunaan material terdekat (setempat) dapat menurunkan biaya pekerjaan perkerasan jalan, karena biaya transportasi material tersebut relatif rendah, sehingga harga pembelian agregat tersebut rendah.

Meskipun agregat dari sungai aliran Gunung Merapi sering dan sudah lama digunakan untuk lapis AC-WC, pemeriksaan (pengujian) terhadap material perkerasan jalan

termasuk agregatnya merupakan persyaratan suatu Perencanaan Perkerasan Jalan. Pemeriksaan (pengujian) setiap saat dan lokasi terhadap agregat sebagai material perkerasan jalan sangat diperlukan mengingat dapat sebagai kontrol atau pembandingan dari *design* (perencanaan) yang telah dilaksanakan dan sebagai gambaran atau perkiraan untuk perencanaan yang akan datang, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengujian secara laboratorium agregat dari beberapa sungai aliran lahar dingin Gunung Merapi yang digunakan sebagai bahan susun campuran AC-WC.

Proses pengaliran agregat di sungai bersifat terbuka di alam, dimungkinkan terjadi perubahan/perbedaan karakteristik dari agregat tersebut antara di hulu, pertengahan antara hulu dan hilir, dan hilir sungai, sehingga perlu diketahui seberapa besar perbedaannya.

Penelitian ini bertujuan mengetahui besar perbedaan karakteristik Marshall campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) dengan agregat dari sungai Progo, sungai Code, sungai Kuning, dan sungai Opak dengan lokasi pengambilan di hulu, pertengahan antara hulu dan hilir, dan hilir sungai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik paling penting dari agregat sebagai bahan jalan adalah ketahanannya terhadap keretakan, pukulan, abrasi dan keausan, berat jenis, penyerapan air serta gradasinya dan bentuk butirannya (Wignall, A., Kendrick, P., S., Ancill, R., dan Copson, M., 1999).

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu-lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu (Sukirman, 1999) :

- 1) Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan dipengaruhi oleh gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan, bentuk butir, dan tekstur permukaan.
- 2) Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah, dan jenis agregat.
- 3) Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*), campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Menurut Sukirman (2003) karakteristik beton aspal campuran panas (*hotmix*) meliputi :

- 1) stabilitas, adalah kemampuan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*.
- 2) keawetan atau durabilitas, adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.
- 3) kelenturan atau fleksibilitas, adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/*settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa terjadi retak.
- 4) ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), adalah kemampuan beton aspal dalam menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.
- 5) kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*), adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, untuk memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau slip.

- 6) kedap air (impermeabilitas), adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal.
- 7) mudah dilaksanakan (*workability*), adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan.

Kinerja beton aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi (Sukirman, 2003):

- 1) Penentuan berat volume benda uji
- 2) Pengujian nilai stabilitas, adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis.
- 3) Pengujian kelelahan (*flow*) adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan
- 4) perhitungan kuosien Marshall, adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*
- 5) Perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal padat (VIM, VMA, dan VFA)
 - a) Rongga di antara Mineral Agregat (VMA = *voids in the mineral aggregate*), adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran perkerasan yang telah dipadatkan, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji. Volume agregat dihitung dari Berat Jenis Bulk (bukan Berat Jenis Efektif atau Berat Jenis Nyata). VMA adalah volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan.
 - b) Rongga Udara (VIM = *void in mix* atau V_a), adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu perkerasan yang telah dipadatkan, dinyatakan dengan persen volume bulk suatu perkerasan. VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan.
 - c) Rongga Terisi Aspal (VFA = *voids filled with asphalt*), adalah bagian dari rongga yang berada di antara mineral agregat (VMA) yang terisi oleh aspal efektif, dinyatakan dalam persen. VFA adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal, atau volume film/selimut aspal.

Pengujian kinerja beton aspal padat dilakukan melalui pengujian Marshall.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Peubah (variabel) dalam penelitian :
 - a) lokasi pengambilan sampel agregat, yaitu di hulu, pertengahan antara hulu dan hilir, dan hilir dari 4 (empat) sungai.
 - b) kadar aspal, tiap jenis AC-WC memerlukan 5 (lima) variasi kadar aspal.
- 2) Model yang digunakan : rancangan campuran AC-WC dengan metode Marshall di laboratorium
- 3) Pelaksanaan penelitian
 - a) Lokasi Penelitian : Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
 - b) Waktu Penelitian : Maret s.d Nopember 2010 (9 bulan)
 - c) Bahan :
 - i) Agregat yang dari beberapa sungai aliran gunung Merapi, yaitu :
 - (1) sungai Krasak sampai di Minggir/Kalibawang bermuara di sungai Progo,
 - (2) sungai Boyong, setelah melewati Kota Yogyakarta berubah nama menjadi sungai Code, dan
 - (3) sungai Kuning sampai di Sitimulyo Bantul bermuara di sungai Opak
 - (4) dengan titik pengambilan sampel di
 - (a) hulu sungai :
Sungai Boyong Ambarbinangun Pakem Sleman (Lokasi 1)
 - (b) pertengahan antara hulu dan hilir, sekitar perbatasan Kabupaten Sleman dan Kotamadya Yogyakarta :

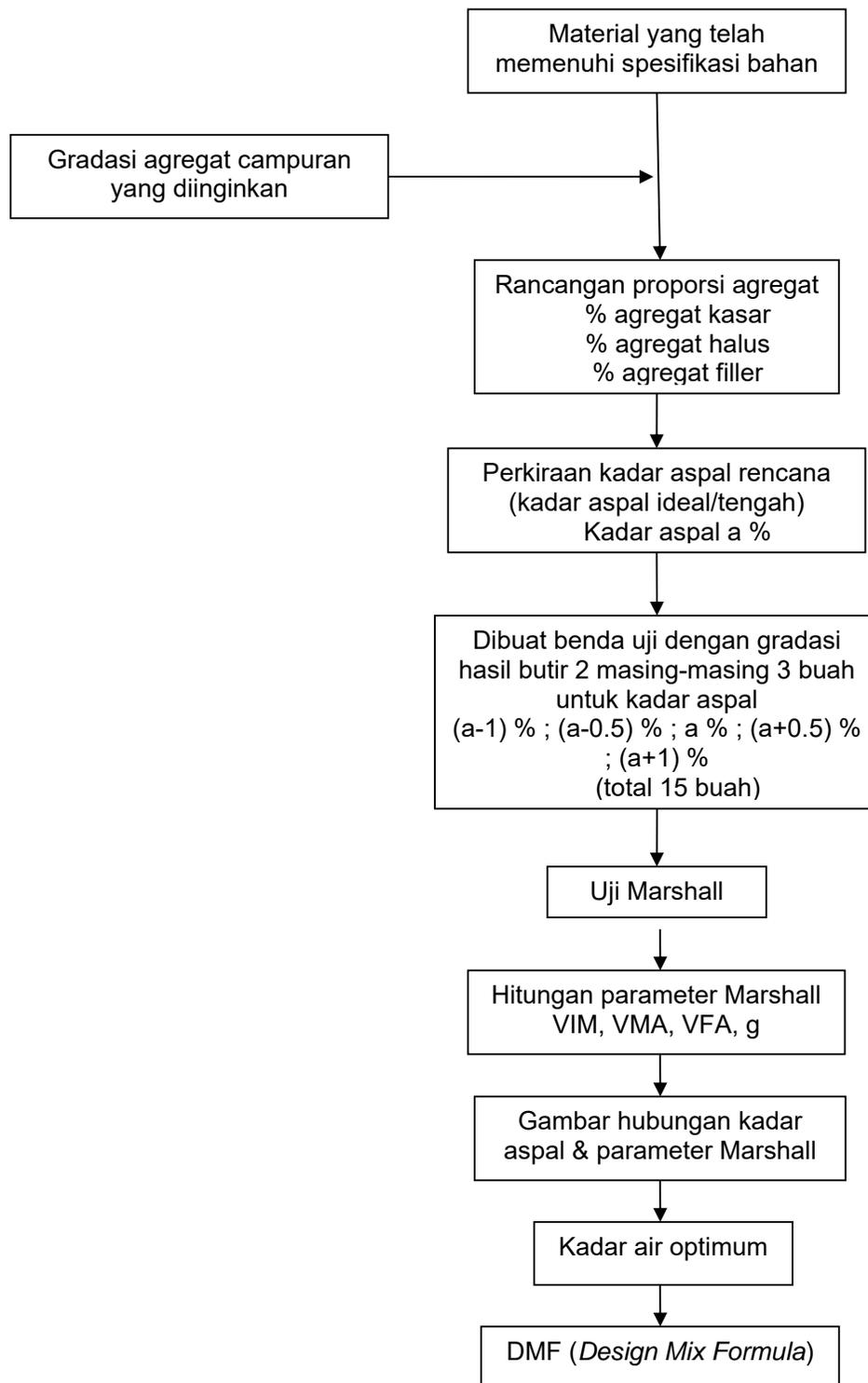
- Sungai Progo Nanggulan Kulon Progo (Lokasi 2)
 Sungai Code Gondolayu Yogyakarta (Lokasi 3)
 Sungai Kuning Maguwo Sleman (Lokasi 4), dan
 (c) hilir, Kabupaten Bantul bagian selatan :
 Sungai Opak Kretek Bantul (Lokasi 5)
 Sungai Progo Srandakan Bantul (Lokasi 6)
- ii) Aspal jenis AC 60-70 produksi Pertamina
- d) Jenis Pengujian :
- i) Pengujian Aspal
- (1) Pengujian Penetrasi, 25°C, 5 det (SNI-06-2456-1991, AASHTO T 49-89)
 - (2) Pengujian Titik Lembek (SNI-06-2434-1991, AASHTO T 53-89),
 - (3) Pengujian Titik Nyala (SNI-06-2433-1991, AASHTO T 48-89).
 - (4) Pengujian Daktilitas, 25°C, 5 cm/menit (SNI-06-2432-1991, AASHTO T 51-89)
 - (5) Pengujian Kehilangan Berat (163 °C, 5 jam) (SNI-06-2440-1991, AASHTO T 179-88)
 - (6) Pengujian Kelarutan dalam CCl₄ (SNI-06-2438-1991, AASHTO T 44-90)
 - (7) Pengujian Penetrasi setelah kehilangan berat 25°C, 5 det
 - (8) Pemeriksaan Berat Jenis aspal (SNI-06-2441-1991, AASHTO T 228-90).
- ii) Pengujian Agregat
- (1) Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal (SNI-03-2439-1991, AASHTO T 182-44).
 - (2) Sand Equivalent Test (AASHTO T 104-86).
 - (3) Pengujian Abrasi Los Angeles (SNI-03-2417-1991, AASHTO T 96-87).
 - (4) Pemeriksaan Berat Jenis (SNI-03-1969-1990, AASHTO T 84-88 ; SNI-03-1970-1990, AASHTO T 85-88).
 - (5) Analisis Saringan (SNI-M-02-1994-03, AASHTO T 11-90).
- iii) Pengujian Marshall (SNI-06-2489-1991, AASHTO T 245-90) untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal.
- (1) Jumlah benda uji dengan gradasi hasil butir 2 masing-masing 3 buah untuk kadar aspal : (a-1)%, (a-0.5)%, a%, (a+0.5)%, dan (a+1)% sehingga total 15 buah, untuk 2 variasi AC-WC = 2 x 15 = 30 benda uji
 - (2) Rancangan proporsi agregat : % agregat kasar 3/8", % agregat medium 1/2", % agregat halus (abu batu), % pasir, % filler
 - (3) Suhu pencampuran 155±1°C dan suhu pemadatan 140±1°C.
 - (4) Perkiraan kadar aspal rencana (kadar aspal ideal/tengah) : kadar aspal a % (Spesifikasi Depkimpraswil 2002)
- $$a = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% \text{ filler}) + K \quad (1)$$
- dengan :
- a = kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran
 CA = persen agregat tertahan saringan No. 8
 FA = persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200
 filler = persen agregat minimal 75 % lolos saringan No. 200.
 K = konstanta = 0.5 – 1 untuk laston
- (5) Dari uji Marshall didapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) benda uji.
 - (6) Dihitung parameter Marshall yaitu VIM, VMA, VFA, berat volume, dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.
 - (7) Digambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall
 - (8) Dengan gambar tersebut ditentukan nilai kadar aspal optimum, yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran.

(9) Proporsi campuran agregat dan kadar aspal yang terpilih merupakan rumus campuran hasil perancangan di laboratorium, rumus ini dikenal dengan nama rumus rancangan campuran atau DMF (*Design Mix Formula*).
Flow chart Rancangan campuran metode Marshall tercantum pada Gambar 1.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1) Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil pengujian yang berupa kinerja laboratorium AC-WC untuk agregat Kali Boyong (Pakem), Kali Progo (Nanggulan), Kali Code (Gondolayu), Kali Kuning (Maguwo), Kali Opak (Kretek), dan Kali Progo (Srandakan) tercantum pada Tabel 1.



Gambar 1 Flow chart Rancangan campuran metode Marshall
Sumber : Sukirman (2003)

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Laboratorium AC-WC dengan Agregat beberapa sungai aliran lahar dingin Gunung Merapi

No	Kinerja Laboratorium AC-WC	Satuan	Hasil Uji						Spesifikasi	
			Boyong Pakem	Progo Nanggulan	Code Gondolayu	Kuning Maguwo	Opak Kretek	Progo Srandakan	Min	Maks
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
1	Titik Pengamatan		1	2	3	4	5	6		
2	Berat volume	gr/cc	2.270	2.388	2.262	2.312	2.27	2.345		
3	Stabilitas Marshall	kg	1500	1712	1590	1550	1500	1500	800	-
4	Kelelahan (<i>flow</i>)	mm	3.6	3.5	3.25	3.4	3.6	3.45	2	-
5	Kuotien Marshall	kg/mm	417	489	489	456	417	435	200	-
6	V I M	%	4.2	4.25	4.6	4.3	4.2	4.2	4.9	5.9
7	V M A	%	14.5	15.97	13.7	14.1	13.5	13.5	15	-
8	V F A	%	69	71.79	69	70	69	71	65	-

2) Stabilitas

Perkerasan jalan yang direncanakan akan digunakan untuk melayani lalu lintas kendaraan berat, maka sifat stabilitas lebih diutamakan. Stabilitas beton aspal terbentuk dari :

- a) Gesekan internal yang terjadi di antara butir agregat, Gesekan internal berasal dari : kekasaran permukaan agregat
- b) Saling mengunci, butir agregat berbentuk kubus (luas bidang kontak antar butir)
- c) saling mengisinya butir-butir agregat, Gradasi agregat rapat, Rongga antara agregat (VMA) kecil, film aspal tipis
- d) Kepadatan, tekanan kontak

Stabilitas AC-WC agregat dengan lokasi pengambilan di pertengahan antara hulu dan hilir sungai mempunyai nilai tertinggi. Hal ini dipengaruhi oleh berat volume atau kepadatan campuran. Kepadatan campuran menentukan nilai stabilitas campuran. Rongga di antara Mineral Agregat (VMA = *voids in the mineral aggregate*) makin kecil gradasi agregat semakin baik atau rapat, Stabilitas Marshall di pertengahan antara hulu dan hilir yang tinggi ternyata mempunyai VMA juga tinggi, sehingga stabilitas Marshall tidak hanya dipengaruhi oleh VMA atau gradasi agregat.

3) Kuosien Marshall

Kuosien Marshall merupakan indikator kelenturan (fleksibilitas) yang potensial terhadap keretakan.

Fleksibilitas diukur dari *flow* (kelelahan), Fleksibilitas beton aspal dipengaruhi oleh :

- a) Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar
- b) Penggunaan aspal lunak (aspal penetrasi tinggi)
- c) Penggunaan aspal yang cukup banyak (kadar aspal tinggi) sehingga diperoleh VIM yang kecil.

Kuosien Marshall AC-WC agregat dengan lokasi pengambilan di pertengahan antara hulu dan hilir sungai mempunyai nilai tertinggi, kemudian di hilir, dan terkecil di hulu sungai. AC-WC dengan nilai Kuosien Marshall yang rendah tidak selalu mempunyai nilai *flow* rendah, VMA yang tinggi, dan VIM (*void in mix* = Rongga Udara) yang rendah.

4) VMA (*voids in the mineral aggregate*)

Kinerja Laboratorium AC-WC dengan agregat beberapa sungai aliran lahar dingin Gunung Merapi yang memenuhi Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan adalah AC-WC dengan agregat Kali Progo (Nanggulan) yang terletak di lokasi 2. Lokasi-lokasi yang lain tidak memenuhi spesifikasi karena VMA kurang dari 15%, hal ini dipengaruhi gradasi yang kurang tepat, sehingga perlu diteliti dengan variasi gradasi lain yang masih dalam batas spesifikasi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

- 1) Stabilitas AC-WC agregat dengan lokasi pengambilan di pertengahan antara hulu dan hilir sungai mempunyai nilai tertinggi, yang dipengaruhi oleh berat volume.
- 2) Kuosien Marshall AC-WC agregat dengan lokasi pengambilan di pertengahan antara hulu dan hilir sungai mempunyai nilai tertinggi, kemudian di hilir, dan terkecil di hulu sungai, tidak tergantung kepada VIM dan VMA..

SARAN

Perlunya penelitian lanjutan untuk mempertajam seberapa besar perbedaan kinerja laboratorium yang dihasilkan, sehingga dapat menimbulkan hipotesis penyebab perbedaannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

- 1) Koordinator Kopertis Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta selaku pemberi bantuan dana penelitian melalui DIPA Kopertis Wilayah V Nomor : 0440/A.1/III/2009 Tahun Anggaran 2010.
- 2) Bapak Ir. Iman Basuki, selaku Teknisi. Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A., A., 2008, Pemanfaatan Batu Kapur Dari Malang Selatan Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Perkerasan Laston, *Simposium XI FSTPT*, 29-30 Oktober 2008, Universitas Diponegoro Semarang.
- Arifin, M., Z., Lucky, P.,T., dan Wicaksono, R., 2008, Pengaruh Penggunaan Batu Kapur Asal Tuban dan Batu Pecah Asal Mojokerto sebagai Agregat Kasar terhadap Karakteristik Agregat dan Karakteristik Campuran Lapis Aspal Beton (Laston), *Simposium XI FSTPT*, 29-30 Oktober 2008, Universitas Diponegoro Semarang.
- Laboratorium Perhubungan dan Bahan Konstruksi Jalan, 2001, *Buku Petunjuk Praktikum Bahan Jalan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Laboratorium Teknik Transportasi, 2004, *Modul Pengujian Bahan Perkerasan*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan, 2007, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal*, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan, Bandung
- Saodang, H., 2005, *Perancangan Perkerasan Jalan Raya*, Cetakan 1, Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi 1, Granit, Jakarta.