

KAJIAN LABORATORIUM PENGGUNAAN MATERIAL AGREGAT BERSUMBER DARI KAKI GUNUNG SOPUTAN UNTUK CAMPURAN BERASPAL PANAS

Steward Paulus Korompis
Oscar H. Kaseke, Sompie Diantje

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
Email : ewax_bboy@yahoo.com

ABSTRAK

Agregat merupakan komponen utama yang menentukan kemampuan perkerasan sedang aspal berfungsi sebagai bahan pengikat. Agregat memiliki sifat fisik yang berbeda dalam ukuran butiran dan gradasi, bentuk, porositas, tekstur permukaan, kekerasan dan kelekatan terhadap aspal. Karena agregat kontribusinya dominan, maka sifat fisik agregat memberikan pengaruh terhadap mutu campuran aspal.

Penelitian dilakukan untuk memeriksa besaran sifat-sifat fisik dan sifat mekanis agregat yang berasal dari lokasi kaki Gunung Soputan. Pemeriksaan terhadap agregat meliputi pengujian keausan agregat, berat jenis dan penyerapan agregat, analisa saringan agregat, impact test, indeks kelonjongan dan kepipihan. Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan aspal, yaitu pengujian penetrasi aspal, titik lembek aspal dan ter, titik nyala dan titik bakar, serta daktilitas.

Hasil pemeriksaan sifat fisik material agregat adalah untuk Agregat Kasar Berat Jenis Bulk 2.61 dan Penyerapan 2.17%, Agregat Sedang Berat jenis bulk 2.54 dan Penyerapan 2.69%, Agregat Abu Batu Berat Jenis Bulk 2.72 dan Penyerapan 2.32%, Indeks Kepipihan 23.6% dan Kelonjongan 9.4%. Hasil pemeriksaan sifat mekanis material agregat adalah untuk Keausan (Abrasi Test) 23% dan Impact Test 10.26%. Sifat material ini, memenuhi semua persyaratan Bina Marga 2010 untuk material campuran beraspal panas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa material agregat dari kaki Gunung Soputan layak untuk digunakan sebagai material agregat perkerasan jalan berdasarkan spesifikasi Bina Marga untuk lapis perkerasan dan untuk campuran beraspal panas jenis AC – WC bergradasi halus.

Kata kunci : Material Agregat Kaki Gunung Soputan, Sifat Fisik Agregat, Campuran Beraspal Panas

PENDAHULUAN

Saat ini campuran aspal panas merupakan salah satu campuran yang banyak dipakai di Indonesia. Campuran aspal panas terdiri dari agregat, bahan pengisi (*filler*) dan aspal, dimana agregat berfungsi sebagai komponen utama yang menentukan kemampuan perkerasan sedang aspal berfungsi sebagai bahan pengikat. Campuran beraspal panas terdiri dari 90% - 95% agregat berdasarkan berat total atau 75% - 85% berdasarkan volume. Agregat memiliki sifat fisik yang berbeda dalam, ukuran butiran dan gradasi, bentuk, porositas, tekstur permukaan, kekerasan dan kelekatan terhadap aspal. Karena agregat kontribusinya dominan, maka sifat fisik agregat akan memberikan pengaruh terhadap mutu campuran aspal.

Agregat sebagai material pembentuk campuran aspal panas yang tersedia di alam dapat berupa kerikil atau batu pecah yang

diperoleh dari pemecahan batu sungai atau batu gunung. Di kaki Gunung Soputan Desa Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara terdapat sumber agregat berupa endapan Vulkanologi. Secara visual agregat dari lokasi sumber tersebut dapat dimanfaatkan sebagai agregat untuk campuran beraspal panas. Selanjutnya ini akan dikaji secara laboratoris tersebut untuk digunakan sebagai agregat campuran aspal panas.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk memeriksa besaran sifat fisik dan sifat mekanis agregat yang berasal dari lokasi sumber kaki Gunung Soputan.
2. Untuk menguji kelayakan secara teknis material agregat kaki Gunung Soputan jika dimanfaatkan sebagai agregat Campuran Beraspal Panas AC – WC Gradasi Halus.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain memberikan rekomendasi penggunaan material dari kaki Gunung Soputan untuk pelaksanaan pekerjaan jalan disekitar lokasi yang berdekatan dengan lokasi sumber material agregat.

Batasan masalah

Ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan agregat abrasi, impact test, kelonjongan dan kepipihan, berat jenis dan penyerapan, analisa saringan dan dilakukan di laboratorium. Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pemeriksaan secara ekonomis dan tidak dilakukan pemeriksaan sifat kimia material agregat.
2. Pemeriksaan di laboratorium berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 revisi 2012 untuk campuran beraspal panas.

TINJAUAN PUSTAKA

Agregat

Batu alam adalah suatu bahan bangunan yang diperoleh dari hasil penggalian batuan-batuan yang merupakan salah satu pembentukan kerak bumi dan merupakan suatu agregat mineral-mineral yang telah mengeras akibat proses secara alami seperti, membeku, pelapukan, mengendap dan adanya proses kimia.

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum sebagai formulasi kulit bumi yang keras dan penyal (solid). *ASTM* (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Jenis-jenis batu alam menurut terjadinya yaitu :

- a. Batuan Beku
- b. Batuan Sedimen
- c. Batuan Metamorf

Batuan atau agregat untuk campuran beraspal panas umumnya diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, contohnya agregat alam, agregat hasil pemrosesan, agregat buatan atau agregat artifisial.

Bahan konstruksi campuran beraspal panas memiliki sifat-sifat agregat, yaitu sifat fisik, sifat mekanis, sehingga merupakan salah satu faktor penentu dari kinerja campuran tersebut. Dalam pemeriksaan agregat bersumber dari kaki Gunung Soputan maka akan diperiksa sifat fisik dan sifat mekanis agregat. Sifat-sifat agregat, yaitu:

Sifat fisik

a. Ukuran Butir dan Gradasi

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal panas terdistribusi dari yang berukuran besar sampai ke yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran tersebut.

b. Bentuk Agregat dan Kekasaran Permukaan

Tanpa memperhatikan sumber, metode pemrosesan dan mineraloginya, agregat yang digunakan dalam campuran beraspal panas harus memiliki kuat geser yang memadai agar campuran apal yang dihasilkan memiliki ketahanan terhadap deformasi. Karena agregat memiliki sifat kohesi yang rendah maka kuat gesernya hanya dihasilkan oleh gesekan internal antar agregat saja.

c. Tekstur Permukaan

Selain memberikan sifat ketahanan terhadap gelincir (*skid resistance*) pada permukaan perkerasan, tekstur permukaan agregat juga merupakan faktor lainnya yang menentukan kekuatan, workabilitas dan durabilitas campuran beraspal.

d. Kebersihan (Kadar Lempung)

Lempung mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal karena adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah. Dengan kadar aspal yang sama akan menghasilkan tebal lapisan yang lebih tipis yang dapat mengakibatkan terjadinya striping (lepasnya ikatan antara aspal dan agregat).

e. Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Agregat berpori akan menyerap aspal lebih banyak dan cenderung membuat aspal menjadi lebih kering. Aspal yang menyelimuti agregat lebih tipis sehingga menyebabkan ikatan antara aspal dan agregat akan lebih mudah pecah atau hancur.

Sifat mekanis

a. Kekerasan

Agregat yang akan digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan harus lebih keras (lebih tahan) dari pada agregat yang digunakan untuk lapis bawahnya. Hal ini disebabkan karena lapisan permukaan perkerasan akan menerima dan menahan tekanan dan benturan akibat beban lalu-lintas paling besar.

b. Kekuatan

Agregat yang digunakan untuk struktur perkerasan jalan untuk campuran beraspal panas harus cukup kuat agar tidak mudah pecah, mampu menahan daya tahan terhadap degradasi (pemecahan) yang mungkin timbul selama proses produksi dan pencampuran, serta pemadatan dilapangan.

Untuk tujuan ini material agregat dikatakan layak apabila pemeriksaan sifat - sifat fisik dan mekanis agregat agar dapat memenuhi syarat yang di tetapkan sesuai dengan standar spesifikasi umum yang dipakai dan dalam penelitian ini digunakan "Spesifikasi Umum 2010 Revisi 2012".

Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal adalah material yang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun.

Aspal sebagai material perkerasan jalan memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pengikat, untuk memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Sebagai bahan pengisi, untuk mengisi rongga antar butir agregat dan pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.
3. Membuat jalan kedap air.
4. Menambah stabilitas.

Campuran Beraspal Panas

Campuran beraspal panas (*hotmix*) adalah suatu kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Dalam campuran beraspal, aspal berfungsi sebagai bahan pengikat antar partikel agregat.

Beberapa jenis campuran beraspal panas yang umum digunakan di Indonesia antara lain:

- AC (*Asphalt Concrete*) atau Laston (lapis aspal beton)
- HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau Lataston (lapis tipis aspal beton)
- HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*) atau Latasir (lapis tipis aspal pasir)

Laston (AC) dapat dibedakan menjadi dua tergantung fungsinya pada konstruksi perkerasan jalan, yaitu untuk lapis permukaan atau lapisan aus (AC-Wearing Course) dan untuk lapis pondasi (AC-base, AC-binder, Asphalt Treated Base).

Gradasi agregat yang digunakan adalah Laston dengan jenis campuran lapis aus (AC-WC) yang berpedoman kepada Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 2012

Komposisi agregat gabungan yang digunakan dalam penelitian yaitu Laston dengan jenis campuran lapis aus (AC-WC) yang berpedoman kepada Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010.

Karakteristik Campuran Beraspal

Untuk mengetahui karakteristik campuran yang direncanakan memenuhi kriteria yang telah ditentukan, perlu dilakukan evaluasi hasil pengujian *Marshall*, disamping nilai stabilitas dan pelelehan, juga terhadap hasil perhitungan volumetrik.

Kriteria pengujian *Marshall* adalah kriteria yang paling umum digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat-sifat campuran. Kriteria pengujian *Marshall*, yaitu stabilitas, kelelahan plastis, *Marshall Quotient*, VIM, VMA, VFB.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Langkah awal yang dilakukan adalah penyediaan material dimana memerlukan proses yaitu:

1. Lihat peta lokasi terlampir atau tinjau lokasi pengambilan material baik jalan dan daerah lokasi material.
2. Material agregat yang tersedia di lokasi adalah agregat kasar, agregat sedang, dan agregat halus (abu batu).
3. Material agregat yang ada, diambil agregat yang telah diproses dan disaring sebelum digunakan.

Untuk mengkaji penggunaan material agregat yang bersumber dari kaki Gunung Soputan di laboratorium, maka akan dilakukan pemeriksaan agregat dengan pengujian yang terdiri dari :

1. Keausan agregat dengan alat abrasi Los Angeles (Abrasi) / SNI 03-2417-2008.
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat pecah (agregat kasar, agregat sedang / SNI 03-1969-2008, dan abu batu / SNI 03-1970-2008).

3. Pemeriksaan analisa saringan agregat pecah (agregat kasar, agregat sedang, dan abu batu) / SNI 03-1968-1990.
4. Impact Test / BS 131: Part 2 : 1961.
5. Indeks kelonjongan dan kepipihan (agregat kasar) / SNI M-29-1993-03.

Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan aspal yang akan untuk dipakai dalam campuran beraspal panas, maka akan dilakukan pengujian aspal di Laboratorium Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi, yaitu:

1. Pengujian penetrasi aspal yang dikerjakan di Laboratorium Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi.
2. Titik lembek aspal dan ter.
3. Titik nyala dan titik bakar.
4. Daktilitas

Jika memenuhi syarat maka akan dilanjutkan ke tahap lanjutan, namun jika tidak memenuhi syarat maka dilakukan pemeriksaan kembali. Sedangkan tahap lanjutan adalah perencanaan campuran, untuk membuat campuran berdasarkan rencana spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2012.

Benda uji yang dibuat kemudian diuji Marshall, dari hasil pengujian tersebut diperoleh data-data untuk ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Sebagai langkah terakhir adalah dibuat kesimpulan dan saran dari hasil yang didapat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan secara bertahap yaitu pemeriksaan awal dan pemeriksaan lanjutan. Rekapitulasi hasil pemeriksaan agregat disajikan dalam Tabel 1

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT					
Pengujian	Agregat Pecah			Spesifikasi	Keterangan
	Kasar	Sedang	Halus		
Impact test	10.26 %			Max. 13 %	Memenuhi
Abrasi	23%			Max. 30 %	Memenuhi
Index Kepipihan	23.60%			Max. 25 %	Memenuhi
Berat Jenis Bulk	2.61%	2.54%	2.72%	Max. 3 %	Memenuhi
Berat Jenis SSD	2.67%	2.60%	2.78%		Memenuhi
Berat Jenis Semu	2.77%	2.72%	2.90%		Memenuhi
Penyerapan	2.17%	2.69%	2.32%	Max. 3%	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

Tabel 2 menyajikan rekapitulasi analisa saringan terhadap material agregat dari kaki Gunung Soputan.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

REKAPITULASI ANALISA SARINGAN			
Analisa Saringan	% Lolos Agregat Kasar	% Lolos Agregat Sedang	% Lolos Abu Batu
1 ^{''}	100	100,00	100,00
3/4 ^{''}	95.26	100,00	100,00
1/2 ^{''}	20.48	99.82	100,00
3/8 ^{''}	2.24	78.82	100,00
#4	0.98	14.03	92.16
#8	0.96	5.89	74.43
#16	0.94	4.69	55
#30	0.91	4	39.92
#50	0.83	3.36	28
#100	0.68	2.71	20.23
#200	0.53	2.24	15.52

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60 / 70

Aspal merupakan bahan pengikat agregat yang mutu dan jumlahnya sangat menentukan keberhasilan suatu campuran beraspal yang merupakan bahan jalan. Rekapitulasi hasil pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 diberikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN ASPAL PENETRASI			
Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Penetrasi	63,3	60 – 70	Memenuhi
Titik Lembek, °C	53.75	≥ 48	Memenuhi
Titik Nyala, °C	275	≥ 232	Memenuhi
Titik Bakar, °C	280	Max. 360	Memenuhi
Daktilitas pada 25°C,(cm)	124	≥ 100	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian

Presentase Agregat dan Aspal dalam Campuran Beraspal Panas AC – WC Gradasi Halus

Dalam penentuan gradasi gabungan untuk material yang diambil dari lokasi maka dibuat komposisi campuran untuk presentasi agregat berdasarkan pada komposisi agregat yang berasal dari kaki Gunung Soputan, dan diperoleh pembagian persentase jumlah agregat sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan komposisi agregat gabungan jenis campuran AC – WC Gradasi Halus

No Saringan	Ag. Kasar	Ag. Sedang	Ag. Halus	Gradasi	Spesifikasi Campuran AC-WC (Gradasi Halus)
1"	100	100	100	100	
3/4"	95.26	100	100	99.72	100
1/2"	20.48	99.82	100	95.17	90 - 100
3/8"	2.24	78.82	100	86.72	72 - 90
#4	0.98	14.03	92.16	59.35	54 - 69
#8	0.96	5.89	74.43	46.04	39.1 - 53
#16	0.94	4.69	55	34.15	31.6 - 40
#30	0.91	4	39.92	25.01	23.1 - 30
#50	0.83	3.36	28	17.75	15.5 - 22
#100	0.68	2.71	20.23	12.92	15-Sep
#200	0.53	2.24	15.52	9.98	10-Apr
A	Agregat kasar			6.00%	
B	Agregat sedang			35.00%	
C	Abu batu			59.00%	
Total				100.00%	

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil Pemeriksaan Marshall

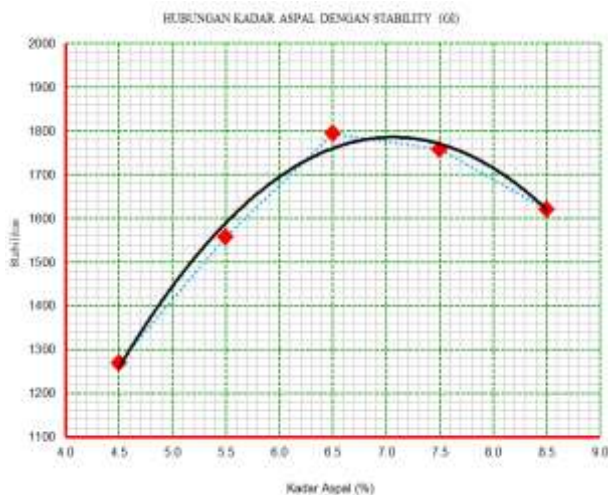
Rekapitulasi perhitungan terhadap parameter *Marshall* campuran beraspal panas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Pengujian Marshall

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kN/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Density (gr/cm ³)
4.5	1306.74	3.09	422.83	9.63	16.57	42.18	2.3
5.5	1651.24	3.37	490.03	6.7	16.04	58.27	2.34
6.5	1767.15	3.86	463.64	4.04	15.82	74.61	2.37
7.5	1710.29	4.46	385.37	3.01	17.05	82.33	2.36
8.5	1439.2	5.59	257.71	2.56	18.75	86.36	2.34
Spesifikasi	> 800	> 3	> 250	5-Mar	> 15	> 65	< 2.3

Sumber: Hasil Penelitian

Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



Gambar 1. Grafik Kadar Aspal dengan Stabilitas
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Gambar 1. terlihat kadar aspal optimum yang memberikan stabilitas maximum adalah sebesar 6.5 %. Nilai stabilitas dari campuran ini berkisar pada 1269.68kg – 1876.29kg yaitu diatas nilai minimum yang disyaratkan sebesar 800kg. Hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal panas yang menggunakan material agregat Gunung Soputan dapat digunakan untuk jenis campuran aspal beton, yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang berat atau padat atau pada lokasi-lokasi tanjakan.

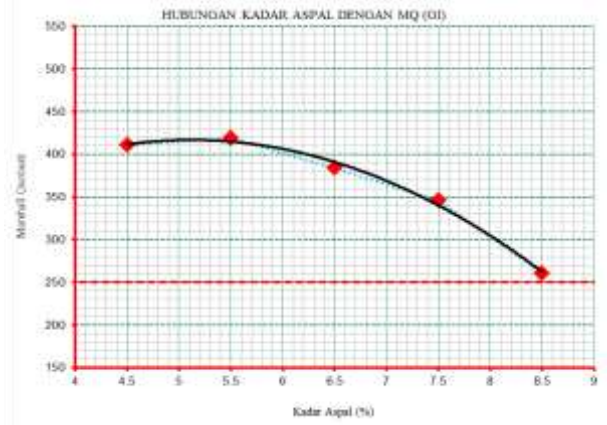
Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



Gambar 2. Grafik Kadar Aspal dengan Flow
Sumber: Hasil Penelitian

Grafik hubungan kadar aspal dengan kelelahan (flow) pada Gambar 2. menunjukkan bahwa dimulai pada kadar aspal sebesar 4.5% campuran mengalami flow relatif kecil yaitu sebesar 3.09mm. Hal ini disebabkan kandungan aspal yang masih kurang sehingga fungsi aspal sebagai pengikat agregat belum dapat memberikan hasil yang optimal.

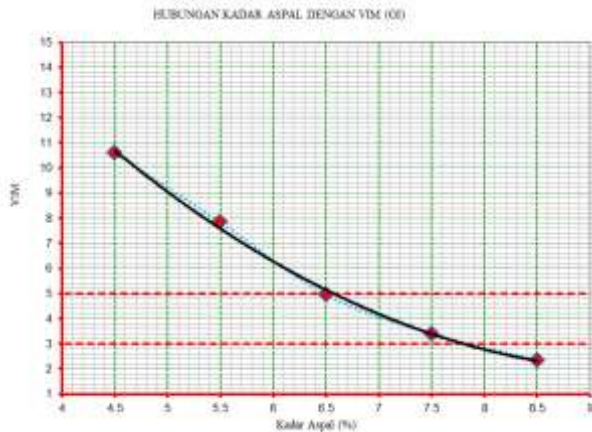
Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient



Gambar 3. Grafik Kadar Aspal dengan MQ
Sumber: Hasil Perhitungan

Nilai Marshall Quotient (MQ) merupakan fungsi dari stabilitas dan kelelahan yang didapat dan merupakan indikator kelenturan atau kekakuan campuran aspal. Berdasarkan perhitungan nilai Marshall Quotient yang didapat dari campuran ini tidak melebihi dari persyaratan. Hal ini berarti campuran aspal memiliki kelenturan yang memenuhi persyaratan untuk menahan beban lalu lintas.

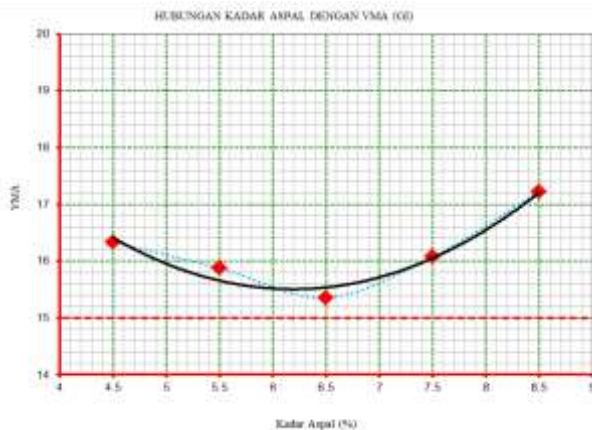
Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



Gambar 4. Grafik Kadar Aspal dengan VIM
Sumber: Hasil Penelitian

Gambar 4. memperlihatkan grafik hubungan kadar aspal dari berat campuran dengan rongga udara dalam campuran (Void In Mix = VIM), yang menunjukkan bahwa seiring dengan pertambahan kadar aspal, maka nilai rongga udara semakin mengecil. Campuran dengan kadar aspal 6.5% menghasilkan rongga udara sebesar 3.97% yaitu diantara batas atas dan batas bawah yang disyaratkan untuk VIM.

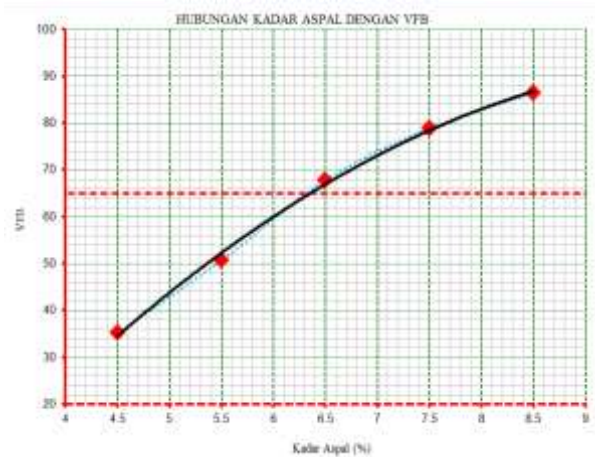
Hubungan Kadar Aspal dengan VMA



Gambar 5. Grafik Kadar Aspal dengan VMA
Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik hubungan kadar aspal dengan rongga udara dalam mineral agregat (VMA) (Gambar 5) berdasarkan perhitungan menunjukkan bahwa campuran yang ada dengan komposisi agregat tetap dan variasi kadar aspal dari 4.5% - 8.5% terhadap campuran, memberikan nilai VMA sebesar 15.60% - 17.71%. Hasil ini memenuhi persyaratan yang ada yaitu > 15%.

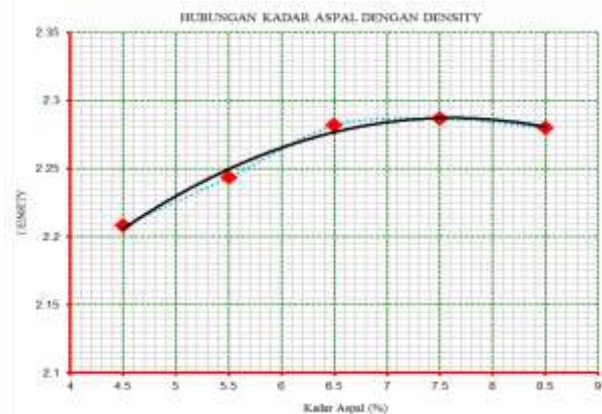
Hubungan Kadar Aspal dengan VFB



Gambar 6. Grafik Kadar Aspal dengan VFB
Sumber: Hasil Penelitian

VFB adalah bagian dari VMA yang tersisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Dengan demikian aspal yang mengisi VFB adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir - butir agregat di dalam beton aspal padat, dengan kata lain VFB inilah yang merupakan presentase volume beton aspal padat yang menjadi selimuti aspal. (Gambar 6).

Hubungan Kadar Aspal dengan Density



Gambar 7. Grafik Kadar Aspal dengan Density
Sumber: Hasil Perhitungan

Evaluasi terhadap stabilitas pada campuran yang telah dihampar dan dipadatkan di lapangan hanya berdasarkan perbandingan density. Density merupakan berat jenis dari campuran yang telah dipadatkan dan merupakan salah satu kriteria utama yang perlu diperhatikan dalam campuran AC. Gambar 7. memperlihatkan Grafik hubungan kadar aspal dan density yang mempunyai kemiripan bentuk dengan kurva stabilitas

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Material agregat dari kaki Gunung Sopotan memenuhi syarat untuk dibuat campuran aspal panas jenis lapis beton aspal (AC – WC) karena memenuhi semua persyaratan Bina Marga 2010 untuk campuran aspal panas.
2. Dari hasil pemeriksaan awal, material dari kaki Gunung Sopotan dapat memenuhi

persyaratan yang telah ditentukan baik sebagai agregat kasar, agregat sedang maupun agregat halus (abu batu).

3. Hasil pengujian Marshall untuk agregat asal kaki Gunung Sopotan dengan menggunakan komposisi campuran terbaik untuk kriteria Stabilitas, Kelelahan (Flow), Marshall Quotient, Rongga Udara dan Tebal Film Aspal memenuhi persyaratan (spesifikasi) yang digunakan.
4. Beberapa faktor pendukung penggunaan material agregat asal kaki Gunung Sopotan ini diantaranya: Material mudah diperoleh, Kandungan material yang cukup banyak dan letak lokasinya mudah dijangkau.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka untuk proyek perkerasan jalan di daerah yang berada di sekitar Gunung Sopotan dapat menggunakan material agregat dari kaki Gunung Sopotan karena telah teruji bahwa material tersebut layak untuk digunakan pada perkerasan jalan raya jenis AC – WC.

DAFTAR PUSTAKA

- BALITBANG-PU dan Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007. Modul, *Training Of Trainer (TOT)*, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum*., Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Laboratorium Rekayasa Jalan Jurusan Teknik Sipil ITB, 2001. *Buku Besar*, Bandung.
- SNI. 2010. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, BSNi, Jakarta.
- Sukirman S., 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Suseno, H., 2010. *Bahan Bangunan untuk Teknik Sipil*. Bargie Media, Malang.

LAMPIRAN FOTO

Foto 1. Lokasi Pengambilan Material Agregat dari Kaki Gunung Sopotan

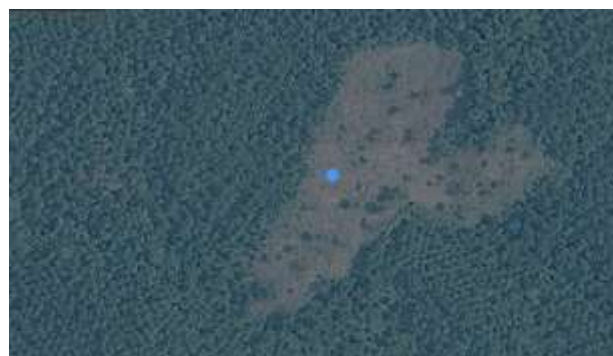


Foto 2. Material Agregat dari Kaki Gunung Soputan

