

PENGARUH PERUBAHAN GRADASI DAN RATIO ANTARA PARTIKEL LOLOS SARINGAN NO. #200 DENGAN BITUMEN EFEKTIF, TERHADAP BESARAN MARSHALL QUOTIENT PADA CAMPURAN ASPAL LATASTON

Maria Rainy Lengkong

Oscar H. Kaseke, Mecky R. E. Manoppo

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : maria.lengkong@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara besaran Marshall Quotient yang disyaratkan pada campuran Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) atau Hot Rolled Sheet (HRS) dalam Spesifikasi Teknik Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 dengan besaran Ratio Filler terhadap Bitumen Content Efektif yang tidak disyaratkan; juga sekaligus terhadap perubahan gradasi, karena perubahan gradasi juga akan selalu disertai dengan perubahan Ratio FF/Bitumen Efektif.

Material agregat pecah berasal dari lokasi sumber yang banyak digunakan di daerah Minahasa dan Manado; dan karena untuk campuran LATASTON pasir alam yang halus, maka digunakan pasir alam dari lokasi sumber Lolan di kabupaten Bolaang Mongondow. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 ex Pertamina yang tersedia di tempat penelitian. Bahan filler tambahan digunakan Portland Cement merk Tonasa.

Setelah pemeriksaan bahan dan perancangan komposisi agregat sesuai persyaratan gradasi, dibuat benda uji dan dilakukan pengujian dan analisis besaran Marshall sehingga diperoleh kadar aspal terbaik yang sesuai untuk komposisi agregat yang dirancang. Selanjutnya berdasarkan besarnya kadar aspal terbaik yang tetap dibuat benda uji Marshall dengan variasi gradasi dan kandungan filler diatur sedemikian rupa sehingga didapat 5 (lima) variasi; dimana variasi ke-1 berimpit dengan batas bawah persyaratan grafik gradasi LATASTON, dan variasi ke-5 grafik gradasinya berimpit dengan batas atas, dan variasi-variasi antara (ke-2, 3 dan 4) sedemikian rupa secara proporsional berada di antara variasi ke-1 dan ke-5.

Hasil yang untuk grafik variasi gradasi ke-1, Ratio FF/Bitumen Efektif = 0,869 dengan MQ 379 kg/mm, variasi ke-2 diperoleh Ratio FF/Bitumen Efektif = 1,015 dengan MQ 375 kg/mm, variasi ke-3 di tengah diperoleh Ratio FF/Bitumen Efektif = 1,160 dengan MQ 358 kg/mm, variasi ke-4 diperoleh Ratio FF/Bitumen Efektif = 1,306 dengan MQ 332 kg/mm dan variasi ke-5 paling atas diperoleh Ratio FF/Bitumen Efektif = 1,454 dengan MQ 295 kg/mm; hubungan antara Marshall Quotient (MQ) dengan gradasi dan Ratio FF/Bitumen Efektif adalah sebagai berikut : jika gradasi mendekati batas bawah dengan Ratio FF/Bitumen Efektif yang relatif lebih kecil nilai MQ tinggi, sebaliknya jika gradasi mendekati batas atas dengan Ratio FF/Bitumen Efektif lebih besar, nilai MQ rendah.

Berdasarkan kesimpulan diatas disarankan dalam pembuatan campuran beraspal panas jenis LATASTON sebaiknya menggunakan variasi gradasi dan kandungan filler yang tidak mendekati batas atas dan tidak mendekati batas bawah yaitu pada bagian tengah (antara variasi 2 dan variasi 4), untuk menghindari sifat perkerasan yang terlalu kaku dan terlalu fleksibel.

Kata Kunci : Gradasi, Ratio Filler Efektif Bitumen Content, Marshall Quotient, LATASTON

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 revisi 3 divisi 6, Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran yaitu HRS Pondasi (HRS-Base) dan HRS Lapis Aus (HRS Wearing-Course, HRS-WC) dan ukuran maksimum

agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS terdiri atas HRS bergradasi senjang dan HRS bergradasi semi senjang.

Penelitian akan difokuskan terhadap besaran Marshall Quotient dan Ratio Filler terhadap jenis campuran HRS (Hot Rolled Sheet) khususnya pada campuran HRS –Wearing Course.

Marshall Quotient merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dan flow sedangkan *Ratio* antara partikel adalah perbandingan prosentase *filler* terhadap total berat campuran dengan prosentase aspal efektif pada campuran. Besaran *Marshall Quotient (MQ)* merupakan kriteria yang menggambarkan tingkat “kekakuan” (stiffness) dari lapisan perkerasan beton aspal yang dibuat dari campuran aspal panas; semakin besar nilai *MQ* semakin kaku, sebaliknya semakin rendah nilai *MQ* perkerasan semakin *flexible*.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara besaran *Marshall Quotient* yang disyaratkan dengan besaran *Ratio Filler* terhadap *Bitumen Content* Efektif yang tidak disyaratkan pada campuran LATASTON; juga sekaligus terhadap perubahan gradasi.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengetahui batasan pengaruh perubahan gradasi dalam perencanaan perkerasan jalan dan dapat dijadikan acuan dalam pemilihan gradasi dengan memperhatikan besaran *Marshall Quotient*.

Batasan Masalah

Penulis membatasi permasalahan penelitian agar penelitian dapat sesuai dengan yang diharapkan, maka penelitian dibatasi pada :

- Penelitian dilakukan di dalam laboratorium, tidak ada uji lapangan
- Penelitian menggunakan material batu pecah dari Kakaskasen dan pasir dari Lolan
- Tidak meneliti komposisi kimia material

TINJAUAN PUSTAKA

Gradasi Agregat

Gradasi agregat mempengaruhi stabilitas/kekuatan, sifat kedap air dan berat volume. Gradasi mempengaruhi *stabilitas/kekuatan* karena stabilitas dan kekuatan lapis permukaan dan lapis pondasi terutama dihasilkan oleh kontak antar batuan, gesekan (*friction*) dan kunci (*interlocking*) antar butiran agregat. Jumlah bidang kontak dipengaruhi oleh sebaran butiran menurut gradasinya. Semakin merata sebaran ukuran butirannya maka semakin banyak bidang kontak antar butirannya sehingga makin besar tahanan gesekan dan saling kunci agregatnya.

Campuran Lataston atau Hot Rolled Sheet (HRS)

Campuran Lataston atau *Hot Rolled Sheet (HRS)* merupakan lapis yang bersifat nonstruktural dan berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air. Keutamaan dari campuran Lataston adalah mempunyai gradasi senjang, aspal keras serta resiko yang lebih rendah terhadap pelelehan dibandingkan dengan campuran bergradasi menerus.

Lataston atau *HRS* terdiri dari dua macam campuran, *HRS Lapis Permukaan (HRS-Wearing Course)* dan *HRS Lapis Pondasi (HRS-Base)*, yang susunan agregatnya bergradasi senjang dan semi senjang.

Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)

Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) merupakan salah satu jenis lapis permukaan yang bersifat nonstruktural yaitu lapis permukaan yang tidak menahan beban melainkan sebagai lapis aus dan kedap air untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan di bawahnya.

Kemampuan *HRS-WC* ditentukan oleh bahan pembentuk campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, dan aspal sebagai bahan pengikatnya. Penggunaan agregat halus merupakan bagian yang dominan dalam campuran ini. *HRS-WC* dirancang untuk mengakomodasi sejumlah aspal yang lebih tinggi sehingga menghasilkan kelenturan dan keawetan yang baik.

Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)

Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) mempunyai fraksi agregat kasar yang lebih besar daripada *HRS-WC*. *HRS-Base* adalah campuran aspal panas lapis pondasi yang bergradasi senjang yang berarti memiliki fraksi yang hilang. Tebal minimum campuran *HRS-Base* adalah 3,5 cm dengan toleransi tebal 3,00 mm. Campuran ini lebih sering digunakan pada jalan yang dilalui oleh kendaraan yang ringan. *HRS-Base* merupakan campuran yang sangat *flexible*.

Filler (Bahan Pengisi)

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) bisa berupa debu kapur, debu dolomit atau semen portland. Partikel *filler* menempati rongga diantara partikel-partikel yang lebih besar, sehingga ruang diantara partikel-partikel besar menjadi berkurang.

Kenaikan pemakaian *filler* cenderung akan meningkatkan stabilitas, selain itu juga akan mengurangi rongga udara dalam campuran serta kenaikan kadar filler dalam pemakaian harus ada batasnya. Pemakaian kadar *filler* yang terlalu banyak akan menyebabkan campuran cenderung menjadi getas dan mudah untuk retak akibat beban lalu lintas, tetapi disisi lain rendahnya kadar *filler* akan menyebabkan campuran terlalu lunak.

Aspal (*Bitumen*)

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal. *Hydrocarbon* adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen sehingga aspal sering juga disebut *bitumen*. Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

- Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri
- Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Ratio Filler-Bitumen

Ratio Filler-Bitumen adalah perbandingan prosentase jumlah bahan pengisi (*filler*) yang diperlukan terhadap total berat campuran dengan prosentase aspal (*bitumen*) efektif pada campuran. Pengaruh *Ratio Filler-Bitumen* antara lain adalah:

1. Untuk memodifikasi agregat halus (*filler*), sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
2. Secara bersamaan akan membentuk suatu campuran pada nilai terbaik yang akan membalut dan mengikat agregat secara optimal.
3. Mengisi ruang antar agregat halus dan kasar, serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

Kriteria Marshall

Kriteria pengujian *Marshall* adalah kriteria yang paling umum digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat-sifat campuran. Konsep kriteria pengujian *Marshall* yang

kemudian dikembangkan oleh U.S Corps of Engineer dan prosedur pengujiannya mengikuti AASHTO T 245-74 Tahun 1974. Kriteria pengujian *Marshall* terdiri atas :

Stabilitas

Menurut The Asphalt Institute, Mudianto (2004), stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun bleeding yang dinyatakan dalam satuan kg atau lb. Menurut The Asphalt Institute, Mudianto (2004), stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun bleeding yang dinyatakan dalam satuan kg atau lb.

Rongga Udara dalam Campuran/*Void In Mix (VIM)*

Void in Mix atau disebut juga rongga dalam campuran digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran, sedemikian sehingga rongga tidak terlalu kecil yang akan menimbulkan bleeding atau terlalu besar yang dapat menimbulkan oksidasi /penuaan aspal dengan masuknya udara dan sinar ultra violet.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

Keterangan :

VIM : Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume.

G_{mm} : Berat jenis maksimum campuran.

G_{mb} : Berat jenis curah campuran padat.

Rongga Terisi Aspal/*Void Filled Bitumen (VFB)*

Void Filled with Bitumen (VFB), adalah volume pori di antara partikel-partikel agregat yang terisi aspal dalam campuran padat, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran. Parameter *VFB* diperlukan untuk mengetahui apakah perkerasan memiliki keawetan (*durability*) dan tahan air (*impermeability*) yang cukup memadai.

$$VFB = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

Keterangan :

VFB : Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari *VMA*, (%)

VMA : Rongga udara pada mineral agregat,

presentase dari volume total, (%)

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, (%)

Rongga pada Campuran Agregat/*Void Mineral Aggregate (VMA)*

Void mineral agregat atau rongga pada campuran agregat adalah rongga antar butiran agregat, terdiri dari rongga udara serta aspal efektif yang dinyatakan dalam presentase volume total campuran.

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_S}{G_{sb}}$$

Keterangan :

VMA : Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah)

G_{sb} : Berat jenis curah agregat.

P_S : Agregat, persen berat total campuran.

G_{mb} : Berat jenis curah campuran padat.

Atau, jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat agregat, maka *VMA* dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100 + P_b} 1$$

Keterangan :

P_b : Aspal, persen berat agregat.

G_{mb} : Berat jenis curah campuran padat.

G_{sb} : Berat jenis curah agregat.

Kelelahan / *Flow*

Parameter *flow* diperlukan untuk mengetahui deformasi vertikal campuran saat dibebani hingga hancur (pada stabilitas maksimum). *Flow* akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal.

Marshall Quotient

Tinggi rendahnya nilai *Marshall Quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow* karena *Marshall Quotient* merupakan perbandingan dari stabilitas dan *flow* (kelelahan plastis). Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan kekakuan campuran yang tinggi sedangkan jika nilai rendah menunjukkan kekakuan yang rendah atau terlalu fleksibel sehingga akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk bila mengalami beban lalu lintas.

$$Marshall\ Quotient = \frac{Stabilitas}{Flow}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah research di laboratorium. Penelitian dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. Material agregat pecah yang digunakan untuk pembuatan benda uji berasal dari lokasi sumber Kakaskasen, karena material ini banyak digunakan di daerah Minahasa dan Manado; dan karena untuk campuran LATASTON membutuhkan pasir alam yang halus, maka digunakan pasir alam dari lokasi sumber Lolan di kabupaten Bolaang Mongondow. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 ex Pertamina yang tersedia di Laboratorium Teknik Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Bahan *filler* tambahan digunakan Portland Cement merk Tonasa yang dijual di pasaran umum Manado.

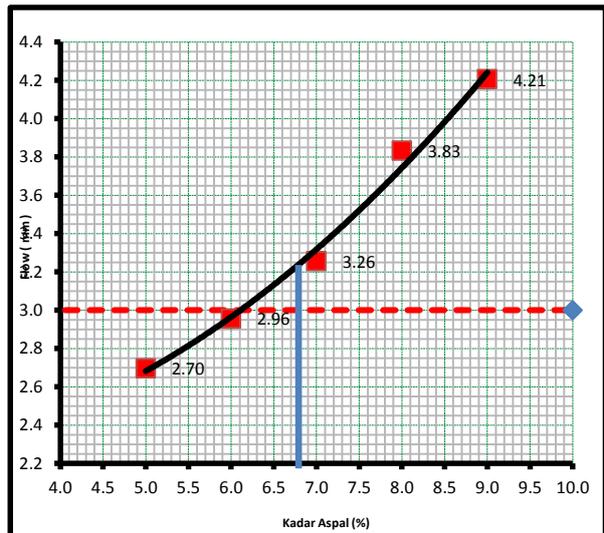
Proses penelitian dimulai dengan pemeriksaan persyaratan bahan dan kemudian perancangan komposisi agregat sesuai persyaratan gradasi untuk LATASTON menurut Spesifikasi Teknik Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3, dibuat benda uji dan dilakukan pengujian dan analisis besaran *Marshall* sehingga diperoleh komposisi terbaik (dalam hal ini kadar aspal terbaik yang sesuai untuk komposisi agregat yang dirancang). Selanjutnya berdasarkan besarnya kadar aspal terbaik yang tidak berubah (tetap) dibuat benda uji *Marshall* dengan variasi gradasi dan kandungan *filler* diatur sedemikian rupa sehingga didapat 5 (lima) variasi; dimana variasi ke-1 berimpit dengan batas bawah persyaratan grafik gradasi LATASTON, dan variasi ke-5 grafik gradasinya berimpit dengan batas atas, dan variasi-variasi antara (ke-2, 3 dan 4) sedemikian rupa secara proporsional berada di antara variasi ke-1 dan ke-5. Dilanjutkan dengan menganalisis komposisi campuran dengan pengujian *Marshall* untuk memperoleh nilai *Marshall Quotient* dan *Ratio Filler* lalu diambil kesimpulan dan saran dari data yang didapat.

HASIL PENELITIAN

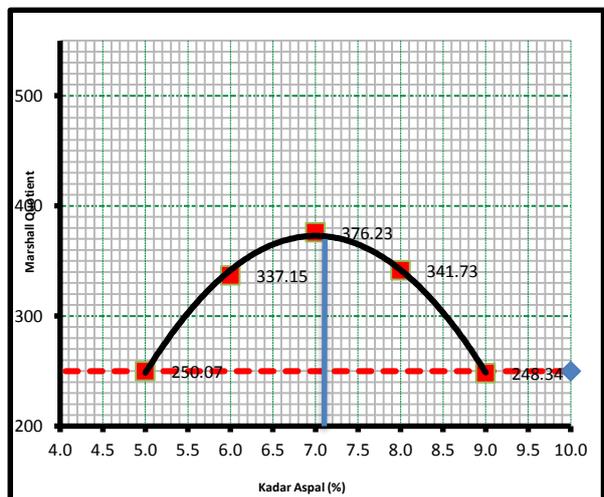
Evaluasi pengujian agregat untuk campuran beraspal panas jenis *HRS-WC* yang diambil dari Kakaskasen dan Lolan sebagai pembentuk campuran hotmix dapat dilihat melalui data hasil penelitian yang diolah sesuai rumus dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Sifat-sifat material/bahan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
* Agregat Kasar		
Keausan (Abrasi)	35%	Maks. 40 %
Berat jenis <i>bulk</i>	2,40	
Berat jenis <i>SSD</i>	2,43	
Berat jenis <i>apparent</i>	2,47	
Penyerapan	1,33	Maks. 3,0
* Agregat Sedang		
Berat jenis <i>bulk</i>	2,39	
Berat jenis <i>SSD</i>	2,43	
Berat jenis <i>apparent</i>	2,48	
Penyerapan	1,39	Maks. 3,0
* Agregat Halus		
a. Abu Batu		
Berat jenis <i>bulk</i>	2,34	
Berat jenis <i>SSD</i>	2,38	
Berat jenis <i>apparent</i>	2,44	
Penyerapan	1,81	Maks. 3,0
b. Pasir		
Berat jenis <i>bulk</i>	2,71	
Berat jenis <i>SSD</i>	2,79	
Berat jenis <i>apparent</i>	2,94	
Penyerapan	2,97	Maks. 3,0



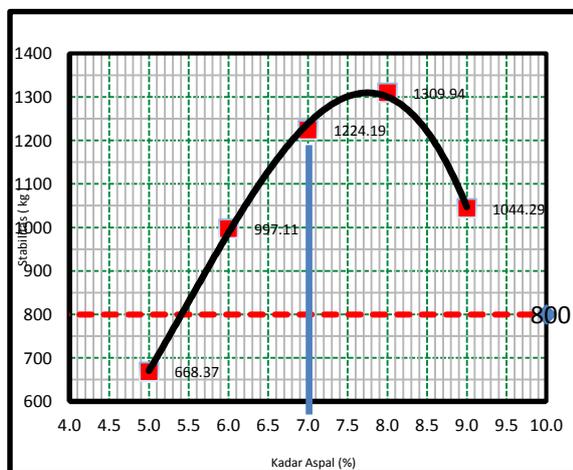
Grafik 2. Hubungan Kadar Aspal dan Flow



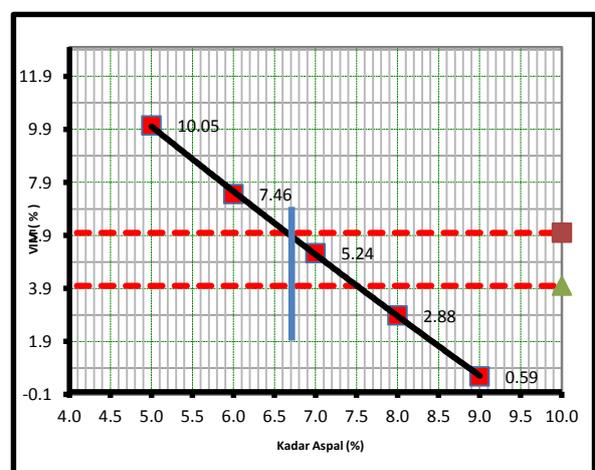
Grafik 3. Hubungan Kadar Aspal dan MQ

Hasil Pemeriksaan Parameter Marshall Campuran Beraspal Panas HRS-WC

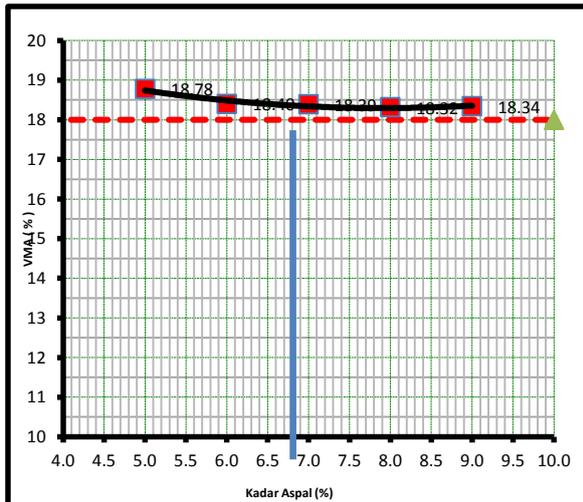
Setelah dilakukan penelitian di laboratorium dengan menggunakan variasi kadar aspal maka didapat data test Marshall yang dapat dilihat dalam tabel dan grafik di bawah ini. Data ini adalah nilai rata-rata yang didapat dari tiap variasi yang dicoba.



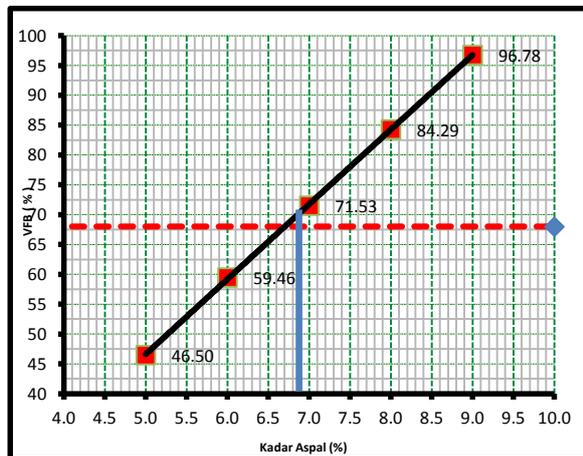
Grafik 1. Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas



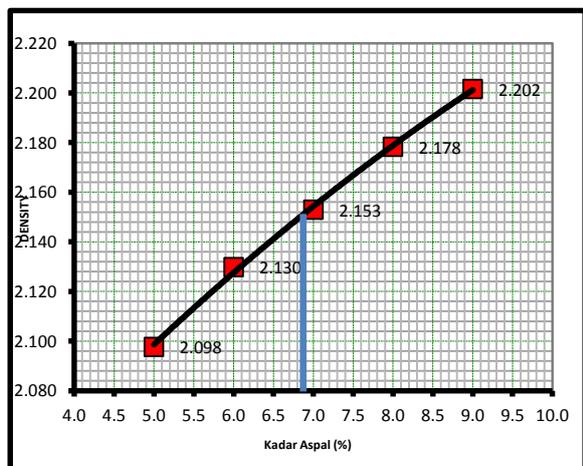
Grafik 4. Hubungan Kadar Aspal dan VIM



Grafik 5. Hubungan Kadar Aspal dan VMA



Grafik 6. Hubungan Kadar Aspal dan VFB



Grafik 7. Hubungan Kadar Aspal dan Density

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Marshall (*HRS-WC*)

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Density
5	668,37	2,7	250,07	10,05	18,78	46,5	2,09
6	997,11	2,96	337,15	7,46	18,4	59,46	2,13
7	1224,19	3,26	376,23	5,24	18,39	71,53	2,15
8	1309,94	3,83	341,73	2,88	18,32	84,29	2,17
9	1044,29	4,21	248,34	0,59	18,34	96,78	2,2
Spesifikasi	Min. 800	Min. 3	Min. 250	4.0-6.0	Min.18	Min.68	

Pengaruh Perubahan Gradasi dan Ratio Terhadap Besaran Marshall Quotient pada Campuran Aspal Panas *HRS-WC*

Melalui hasil evaluasi pengujian *Marshall*, diperoleh dari perhitungan untuk kadar aspal terbaik yaitu 7,1%. Untuk menganalisa pengaruh perubahan gradasi dan *ratio filler* pada campuran aspal, maka perlu dibuat benda uji dengan variasi gradasi dan *ratio* menggunakan kadar aspal terbaik yang sudah diperoleh sebelumnya.

Dalam pembuatan gradasi gabungan untuk menganalisa pengaruh gradasi dan *ratio filler*, maka digunakan variasi gradasi yang berbeda-beda begitu juga kadar *ratio filler*. Variasi gradasi diambil dari patokan batas bawah dan batas atas dari spesifikasi yang kemudian dibagi menjadi 5 variasi gradasi, sementara untuk *filler* ikut berubah bersamaan dengan variasi gradasi yang diubah-ubah.

Tabel 3. Variasi Gradasi dan *Filler*

No Saringan	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4	Gradasi 5	Spesifikasi Gradasi (Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 revisi 3)	
						Batas Bawah	Batas Atas
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100
1/2"	90,00	92,50	95,00	97,50	100,00	90	100
3/8"	75,00	77,50	80,00	82,50	85,00	75	85
#8	50,00	56,00	61,00	65,00	72,00	50	72,0
#30	35,00	41,25	47,50	53,75	60,00	35	60,0
#200	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	6	10

Tabel 4. Prosentase Agregat pada 5 Variasi Gradasi dan *Ratio Filler*

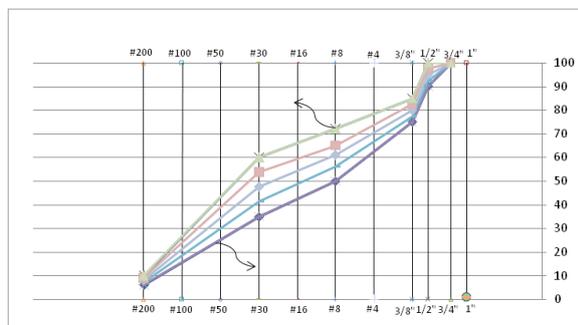
Variasi Gradasi	AGREGAT	AGREGAT	AGREGAT	PASIR	PC
	KASAR	SEDANG	HALUS		
G. 1	7,30%	20,08%	45,63%	25,00%	2,00%
G.2	5,48%	18,98%	48,55%	25,00%	2,00%
G.3	3,65%	17,89%	51,47%	25,00%	2,00%
G.4	1,83%	16,79%	54,39%	25,00%	2,00%
G.5	0%	15,70%	57,31%	25,00%	2,00%

Hasil Marshall terhadap Variasi Gradasi dan Ratio Filler-Bitumen Efektif

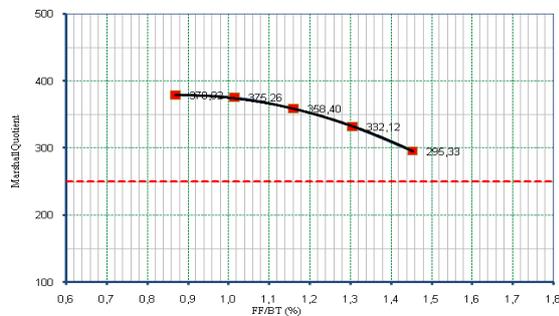
Setelah dilakukan pengujian *Marshall* pada benda uji dengan variasi gradasi dan *filler* menggunakan kadar aspal yang tetap, maka diperoleh nilai rata-rata dari sampel sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Marshall terhadap Variasi Gradasi dan *Ratio Filler-Bitumen Efektif*

Variasi	Kadar Filler	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	FF/BT eff
G.1	6	1107,25	2,93	378,92	0,869
G.2	7	1224,63	3,27	375,26	1,015
G.3	8	1166,33	3,25	358,4	1,16
G.4	9	1072,1	3,23	332,12	1,306
G.5	10	946,97	3,21	295,33	1,454
Spesifikasi		Min. 800	Min. 3	Min. 250	1-1,4



Grafik 8. Variasi Gradasi dan *Ratio Filler*



Grafik 9. Hubungan Variasi Gradasi dan *Ratio Filler* terhadap *MQ*

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil penelitian rancangan campuran *HRS-WC* menggunakan komposisi yang sesuai dengan spesifikasi campuran namun gradasi dan kadar *filler* yang diubah-ubah dan menggunakan kadar aspal optimum, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Untuk grafik variasi gradasi ke-1 yang berimpit dengan batas bawah, *Ratio FF/Bitumen Efektif* = 0,869 dengan besaran *MQ* 379 kg/mm, variasi ke-2 di atasnya diperoleh *Ratio FF/Bitumen Efektif* = 1,015 dengan *MQ* 375 kg/mm, variasi ke-3 ditengah diperoleh *Ratio FF/Bitumen Efektif* = 1,160 dengan *MQ* 358 kg/mm, variasi ke-4 diperoleh *Ratio FF/Bitumen Efektif* = 1,306 dengan *MQ* 332 kg/mm dan variasi ke-5 paling atas diperoleh *Ratio FF/Bitumen Efektif* = 1,454 dengan *MQ* 295 kg/mm.

Hubungan antara *Marshall Quotient (MQ)* dengan gradasi dan *Ratio FF/Bitumen Efektif* adalah jika gradasi mendekati batas bawah dengan *Ratio FF/Bitumen Efektif* yang relatif lebih kecil menghasilkan nilai *MQ* yang tinggi, sebaliknya jika gradasi mendekati batas atas dengan *Ratio FF/Bitumen Efektif* lebih besar, menghasilkan nilai *MQ* yang rendah.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas disarankan dalam pembuatan campuran beraspal panas jenis *LATASTON* sebaiknya menggunakan variasi gradasi dan kandungan *filler* yang tidak mendekati batas atas dan tidak mendekati batas bawah yaitu pada bagian tengah (antara variasi 2 dan variasi 4), untuk menghindari sifat perkerasan yang terlalu kaku dan terlalu fleksibel.

DAFTAR PUSTAKA

Antarikso Utomo, R. 2008. Studi Komparasi Pengaruh Gradasi Gabungan diLaboratorium dan Gradasi Hot Bin Asphalt Mixing Plant Campuran Laston Terhadap Karakteristik Uji Marshall, Semarang

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Jalan (revisi 3)

Putra, H. A., Dewi Ratna., dan Paratas Mirka. Kinerja Campuran Aspal *LATASTON HRS* Base dengan Variasi Bahan Filler dengan Menggunakan Metode Marshall

SNI 06-2489-1991. Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall

Sukirman Silvia., 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung

Syaifulah Ali, Wisafri. 2002. Kinerja Laboratorium Dari Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON)
Dengan Kandungan Kapur Padam

Tenriajeng, Tenrisukki Andi. Rekayasa Jalan Raya - 2.Gunadarma. Jakarta