

PENGARUH VARIASI KANDUNGAN BAHAN PENGISI TERHADAP KRITERIA MARSHALL PADA CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON-LAPIS ANTARA BERGRADASI HALUS

Praesillia Christien Ator

J. E. Waani, O. H. Kaseke

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: praesilliaator@gmail.com

ABSTRAK

Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) atau Laston (Lapis aspal beton-lapis antara). Campuran ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler (bahan pengisi). Menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3, filler adalah bahan yang 100% lolos saringan No.100 dan tidak kurang 75% lolos saringan No.200. Dalam pelaksanaan pembuatan campuran beraspal panas menggunakan alat AMP (Asphalt Mixing Plant) kemungkinan terjadi fluktuasi kandungan filler. Pengaruh dari variasi kandungan filler dalam campuran ini yang akan diteliti terhadap kriteria Marshall.

Dalam penelitian ini digunakan material agregat yang berasal dari desa Lolan dan telah melalui proses pemeriksaan sesuai dengan persyaratan agregat dalam campuran. Berdasarkan gradasi dicari komposisi campuran agregat dengan variasi kadar aspal kemudian diuji Marshall untuk mendapatkan kadar aspal terbaik. Berdasarkan gradasi yang diperoleh dan kadar aspal terbaik dibuat campuran yang mengikuti gradasi ideal, tetapi untuk membuat variasi filler pada ukuran saringan terbawah filler dan dua saringan sebelumnya turut divariasikan, setelah itu dibuat benda uji dengan variasi filler 2%,4%,6%,8%,10% terhadap berat total agregat kering.

Hasil pengujian Marshall menunjukkan bahwa pada kadar filler 2% sampai dengan 10% nilai stabilitas adalah 1604 kg sampai dengan 2496 kg, nilai flow adalah 3,27 mm sampai dengan 4,35 mm, nilai VFB adalah 60,85% sampai dengan 83,09%, nilai ratio filler-bitumen efektif adalah 0,41 sampai dengan 2,03, hasil tersebut menunjukkan semakin tinggi kadar filler nilai stabilitas, flow, VFB dan ratio filler-bitumen efektif meningkat. Sedangkan pada kadar filler 2% sampai dengan 10% nilai VIM adalah 7,58% sampai dengan 2,56% dan nilai VMA adalah 19,35% sampai dengan 15,14%, menunjukkan semakin tinggi kadar filler nilai VIM dan VMA menurun. Kadar filler yang terbaik memenuhi seluruh kriteria Marshall ada pada range tertentu dan dalam penelitian ini dibatasi oleh persyaratan nilai ratio filler-bitumen efektif, maka range kadar filler terbaik berada antara 5% sampai dengan 7%.

Kata Kunci : AC-BC, Filler (Bahan Pengisi), Kriteria Marshall

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Campuran beraspal panas adalah campuran yang terdiri dari aspal dan agregat bergradasi rapat yang dicampur dan dipadatkan pada suhu 150° C. Campuran ini biasa digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, dikenal dengan AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dan AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*) atau dapat juga digunakan sebagai lapis pondasi yaitu dikenal dengan AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*).

Campuran beraspal panas yang diteliti dalam penelitian ini adalah aspal beton-lapis antara atau AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), yang selanjutnya nama yang digunakan

adalah AC-BC. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi mempunyai ketebalan yang cukup untuk menahan tegangan/regangan akibat beban lalu lintas dan meneruskannya ke lapis *Base, Sub Grade, Sub Base*.

Dalam pelaksanaan pembuatan campuran beraspal panas alat AMP (*Asphalt Mixing Plant*) kemungkinan dapat terjadi penambahan dan pengurangan kandungan bahan pengisi (*Filler*). Kelebihan bahan pengisi (*Filler*), mengakibatkan campuran menjadi sangat kaku dan mudah retak serta memerlukan aspal yang banyak untuk memenuhi workabilitasnya. Sebaliknya kekurangan filler mengakibatkan campuran menjadi sangat lentur dan mudah terdeformasi oleh roda kendaraan sehingga menghasilkan

jalan yang bergelombang. (OKTA SAPUTRA, 2010). Oleh karena itu perlu adanya penelitian untuk melihat pengaruh penambahan dan pengurangan kandungan bahan pengisi (*filler*) dalam campuran beraspal panas jenis AC-BC terhadap kriteria *Marshall* sebagaimana yang ditetapkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, Untuk melihat seberapa besar pengaruh dari penambahan dan pengurangan bahan pengisi (*filler*) terhadap karakteristik campuran AC-BC dan untuk mendapat campuran dengan kinerja yang handal.

Manfaat Penelitian

1. Dapat digunakan sebagai bahan ajar untuk kontraktor atau konsultan dalam perencanaan campuran AC-BC.
2. Sebagai bahan ajar untuk mata kuliah Perancangan Perkerasan Jalan atau Pemeliharaan Jalan di Fakultas Teknik Sipil Unsrat Manado.

Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode pengujian *Marshall*.
2. Persyaratan agregat dan kriteria Marshall berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.
3. Material yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari desa Lolan yang sudah teruji penggunaannya, dan sering dipakai di Sulawesi Utara.
4. Menggunakan bahan pengisi (*Filler*) dari abu batu dan PC (*Portland Cement*).
5. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60-70
6. Tidak mengkaji secara kimia dan secara fisik lebih mendalam mengenai bahan pengisi (*Filler*), hanya mengkaji berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

TINJAUAN PUSTAKA

LASTON sebagai Lapis Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course*)

Lapisan aspal beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lapisan Aspal Beton Sebagai Lapisan Antara atau biasa di kenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder*

Course). Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan di bawahnya yaitu *Base* dan *Sub Grade*. AC-BC memiliki permukaan perkerasan yang kasar. AC-BC bergradasi Halus tidak memiliki kekasatan yang tinggi sehingga selalu digunakan didaerah yang memiliki deformasi tidak terlalu besar.

Pembuatan Laston (Lapis aspal beton) atau AC (*Asphalt Concrete*) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya. Sebagai lapis permukaan, lapis aspal beton harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987). Berdasarkan Fungsinya, *Asphalt Concrete* mempunyai tiga macam campuran, salah satunya AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*) yang berfungsi sebagai lapisan pengikat.

Lapis antara (*binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di antara lapis pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*). Fungsi dari lapis antara adalah :

- a) Mengurangi tegangan.
- b) Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

❖ Jenis agregat

Agregat berdasarkan proses pembentukannya terdiri dari 2 jenis yaitu agregat alam dan agregat buatan. Agregat alam, berdasarkan proses pembentukannya, terbagi lagi atas batuan endapan, batuan beku dan batuan metamorph. Berdasarkan proses pengolahannya agregat dibedakan atas agregat alam yang mengalami proses pengolahan terlebih dahulu dan agregat buatan (Waani, 2013). Selain itu agregat juga dibagi berdasarkan ukuran butirannya menurut Bina Marga Tahun 2010 yaitu:

- a. Agregat Kasar (*Course Aggregate*), yakni yang tertahan saringan no. 8
- b. Agregat Halus (*Fine Aggregate*), yakni yang lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan no. 200
- c. Fraksi Bahan Pengisi (*Filler Fraction*), termasuk agregat halus yang sebagian besar lolos saringan no. 200.

- **Agregat Kasar**

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi 3, agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan.

- **Agregat Halus**

Menurut persyaratan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2010 Revisi I, agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm). Selain itu, agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Komposisi agregat halus yang ideal dipakai di Indonesia berdasarkan Bina Marga 2010 dapat dilihat pada Tabel 2.8.

- **Bahan Pengisi (Filler)**

Filler merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran beton aspal adalah bahan yang 100% lolos saringan No. 100 dan paling kurang 75% lolos saringan No.200. Fungsi bahan pengisi (*filler*) yaitu untuk mengisi ruang antar agregat halus dan kasar. Sebagai pengisi antara agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butir yang tinggi, dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran. Jika ditambahkan ke dalam laston, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk mastik yang bersama-sama dengan laston mengikat partikel agregat.

Filler yang biasa disebut juga bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Yang terdiri dari debu batu, kapur padam dan semen Portland, atau bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu.

- a. Abu Batu

Abu batu merupakan hasil sampingan dari mesin pemecah batu dalam proses pemecahan batu menjadi batu pecah dapat dijadikan bahan pengganti agregat halus. Abu batu merupakan bahan non plastis dari hasil pemecahan batu mesin *stone crusher* dengan ukuran 0 mm - 5 mm. Perkerasan Lapen yang biasanya penaburan lapis atas dengan abu batu sudah banyak diganti

dengan pasir, sehingga abu batu pada **stone crusher** menjadi bahan limbah yang harus diupayakan penanganannya.

- b. *Portland Cement* (PC)

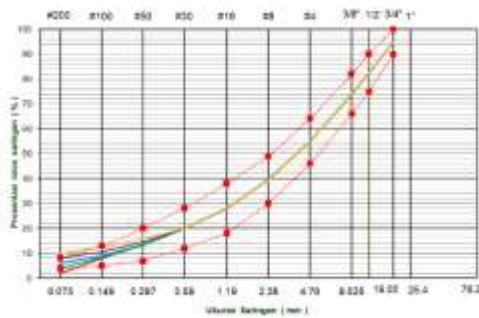
Portland Cement (PC) dibuat dari batu kapur (*limestone*) dan mineral yang lainnya, dicampur dan dibakar dalam sebuah alat pembakaran dan sesudah itu didapat bahan material yang berupa bubuk. Bubuk tersebut akan mengeras dan terjadi ikatan yang kuat karena suatu reaksi kimia ketika dicampur dengan air (Putrowijoyo, 2006).

Adapun ketentuan *filler* pada campuran aspal menurut Bina Marga 2010 revisi 3 adalah:

1. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) terdiri atas debu batu kapur (*limestone dust, Calcium Carbonate, CaCO₃*), atau debu kapur padam yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2006), semen atau mineral yang berasal dari Asbuton yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Jika digunakan Aspal Modifikasi dari jenis Asbuton yang diproses maka bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) sudah memperhitungkan kadar *filler* yang terkandung dalam Asbuton tersebut.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136 : 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 *micron*) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya kecuali untuk mineral Asbuton. Mineral Asbuton harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.100 (150 *micron*) tidak kurang dari 95% terhadap beratnya.
3. Bilamana kapur tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian, tidak digunakan sebagai bahan pengisi. Kapur yang seluruhnya terhidrasi yang dihasilkan dari pabrik yang disetujui dan semen yang memenuhi persyaratan yang disebutkan pada Pasal 6.3.2, dapat digunakan maksimum 2% terhadap berat total agregat.
4. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) min. 1% dari berat total agregat.

Penelitian ini menggunakan bahan pengisi (*filler*) yang berasal dari abubatu yang dicampur dengan semen. Untuk mendapatkan komposisi variasi *filler* dalam campuran digunakan gradasi ideal campuran AC-BC sebagaimana yang ditentukan dalam spesifikasi bina marga 2010 revisi 3. Dalam penelitian ini, komposisi gradasi

yakni gradasi ideal tetap, yang berubah hanya pada tiga ukuran saringan terbawah.



Gambar 1. Gradasi Ideal dan Variasi Filler dalam Campuran AC-BC

Evaluasi Hasil Uji Marshall

Kriteria pengujian Marshall adalah kriteria yang paling umum digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat-sifat campuran. Kriteria pengujian Marshall terdiri atas:

1. Stabilitas

Didalam campuran beton aspal yang paling utama adalah cukupnya stabilitas yang dapat menahan deformasi dan kelelahan plastis yang diakibatkan oleh beban statis dan dinamis oleh lalu lintas sehingga tidak layak menimbulkan bekas roda, keriting dan penurunan atau kenaikan pada permukaan perkerasan jalan. Spesifikasi stabilitas untuk perkerasan bergantung pada jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang lebih baik dari aspal. Nilai stabilitas dinyatakan dalam kg atau kN.

2. Kelelahan Plastis

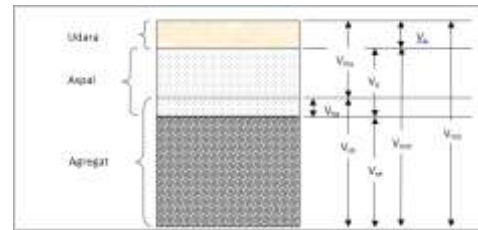
Kelelahan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch. Nilai kelehan yang tinggi memberikan ciri campuran yang plastis disebabkan kelelahan aspal. Sedangkan jika nilai kelelahan amat rendah akan memberikan ciri campuran yang kaku disebabkan kadar aspal yang rendah.

3. Marshall Quotient

Marshall Quotient (hasil bagi Marshall) adalah perbandingan antara stabilitas dengan kelelahan plastis yang dinyatakan dalam KN/mm. campuran dengan stabilitas tinggi dan kelelahan plastis yang rendah menghasilkan nilai MQ yang tinggi dan menunjukkan campuran tersebut kaku.

Evaluasi Nilai Volumetrik Campuran Beraspal

Kinerja campuran beraspal sangat ditentukan oleh volumetric campuran dalam keadaan padat yang terdiri atas VMA, VIM, VFB. Ilustrasi volumetrik campuran tersebut seperti disajikan pada gambar berikut.



Gambar 2. Volumetrik Campuran Beraspal

- V_a = volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan = VIM
- V_b = volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan
- V_{ba} = volume aspal yang terabsorpsi
- V_{be} = volume aspal efektif = $V_b - V_{ba}$
- V_{mb} = volume bulk dari campuran yang telah dipadatkan
- V_{mm} = volume dari campuran tanpa volume udara
- V_{sb} = volume agregat (bulk)
- V_{se} = volume agregat (efektif)
- V_{ma} = volume pori antar butiran agregat

Sumber: Sukirman, S., 2003.

❖ **Rongga Udara dalam Campuran (VIM)**

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. Nilai VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal berkurang kekedeapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal. Sedangkan jika nilai VIM terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperature meningkat.

VIM dinyatakan dalam persen terhadap volume total campuran. Berdasarkan definisi tersebut, maka:

$$VIM = \frac{V_{udara}}{V_{total}} \times 100 \dots \text{pers. (2.1)}$$

atau

$$VIM = 100 \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}} \right) \dots \text{pers. (2.2)}$$

atau

$$VIM = 100 \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots \text{pers. (2.3)}$$

Dimana :

VIM = Rongga udara campuran,
% total campuran

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran padat
(AASHTO T-166)

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran
(rongga udara nol)

❖ **Rongga antar Mineral Agregat (VMA)**

Rongga antar mineral agregat adalah rongga udara yang ada didalam partikel agregat dalam campuran yang sudah dipadatkan, termasuk ruang yang diisi oleh aspal dan dinyatakan sebagai persen dari volume total.

Agregat yang bergradasi rapat memberikan harga *VMA* yang kecil dibandingkan dengan agregat yang bergradasi senjang. *VMA* yang lebih besar dalam agregat menyebabkan lebih besar ruang yang tersedia untuk selimut aspal. Sebaliknya bila agregat mempunyai nilai *VMA* yang kecil, mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat tersebut terbatas dan mengakibatkan selimut aspal yang tipis.

❖ **Volume Pori antar Butir Agregat Terisi Aspal (VFB)**

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

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data terlebih dahulu baik data bahan, data campuran, maupun semua data yang terkait termasuk kriteria *Marshall* berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

Penelitian ini menggunakan material yang bersumber dari Lolan Bolaang Mongondow yang sudah sering digunakan karena termasuk agregat yang berpori kecil dan memiliki daya resapan rendah dan aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 yang telah diakui dan memiliki sertifikat. Meskipun menggunakan material yang sering digunakan sebaiknya dilakukan pemeriksaan ulang.

Dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat yang didalamnya termasuk pemeriksaan berat jenis, dan pengujian abrasi dengan mesin *Los Angeles*. Jika tidak memenuhi syarat maka material diganti. Metode *Marshall* menjadi acuan dalam pemeriksaan material agregat dan aspal

untuk mendapatkan komposisi agregat terbaik dan kadar aspal terbaik berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

Setelah material telah diperiksa dan masuk dalam standar yang digunakan campuran dari komposisi agregat terbaik dan kadar aspal terbaik untuk campuran AC-BC dibuat benda uji untuk variasi *filler*. Digunakan gradasi ideal untuk campuran AC-BC berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 dalam mencari komposisi variasi *filler*. Gradasi ideal secara umum tetap, yang bervariasi hanya kadar *filler* dan ukuran butir yang berada dekat saringan No. 200 (0,075 mm) yang berubah-ubah mengikuti lengkung terbaik dalam gradasi ideal. Setelah itu dibuat benda uji untuk mendapatkan data-data seperti Stabilitas, Flow, *VIM*, *VMA*, *VFB* dan Ratio *filler* bitumen content.



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN

Evaluasi pengujian sifat fisik agregat yang diambil dari lolan sebagai bahan pembentuk *hotmix*, untuk melihat kinerja dari campuran beraspal panas khususnya campuran beraspal panas AC-BC. Hasil penelitian yang telah diolah sesuai rumus, disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil pemeriksaan material agregat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Penelitian Material Agregat

Sifat-sifat material/bahan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
* Agregat Kasar		
Berat jenis <i>bulk</i>	2.61	Min. 2.5
Berat jenis <i>SSD</i>	2.68	-
Berat jenis <i>apparent</i>	2.79	-
Penyerapan	2.36	Maks. 3.0
* Agregat Sedang		
Berat jenis <i>bulk</i>	2.58	Min. 2.5
Berat jenis <i>SSD</i>	2.65	-
Berat jenis <i>apparent</i>	2.78	-
Penyerapan	2.79	Maks. 3.0
* Agregat Halus		
a. Abu Batu		
Berat jenis <i>bulk</i>	2.63	Min. 2.5
Berat jenis <i>SSD</i>	2.71	-
Berat jenis <i>apparent</i>	2.84	-
Penyerapan	2.85	Maks. 3.0

(Sumber : Hasil Penelitian)

Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC

Hasil pengujian *Marshall* dapat dilihat melalui data-data yang diperoleh serta sifat-sifat yang dihasilkan kemudian diolah sesuai rumus.

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC

No. Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Ratio Filler			
				Bitumen Content	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)
	Spesifikasi	min. 800	2.0-4.0	1.0-1.4	3.0-5.0	min. 14	min.65
I	4	1315.70	3.24	2.40	12.20	17.98	32.19
II	5	1710.34	3.34	1.71	8.07	16.59	51.32
III	6	2110.62	3.95	1.32	4.52	16.40	72.43
IV	7	2009.83	4.33	1.07	2.46	16.91	85.43
V	8	1819.47	4.87	0.90	1.92	18.26	89.50

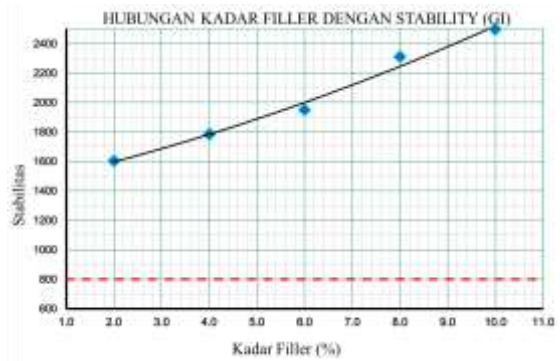
(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC dengan Variasi Filler

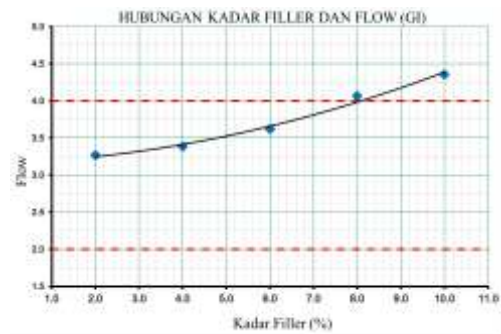
No. Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Ratio Filler Bitumen Content	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)
	Spesifikasi	min. 800	2.0-4.0	1.0-1.4	3.0-5.0	min. 14	min.65
I	4	1603.93	3.27	0.41	7.58	19.33	69.85
II	5	1785.18	3.38	0.81	6.02	17.99	66.53
III	6	1950.60	3.62	1.22	4.30	16.49	73.33
IV	7	2309.51	4.06	1.62	3.12	13.63	80.02
V	8	2496.43	4.35	2.03	2.56	15.14	83.09

(Sumber : Hasil Penelitian)

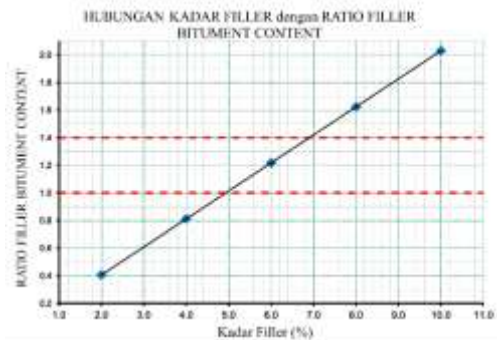
Berikut ini adalah grafik sifat-sifat karakteristik *Marshall* yang diperoleh:



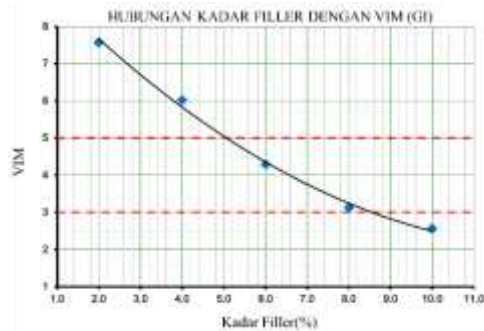
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Filler dengan Stabilitas



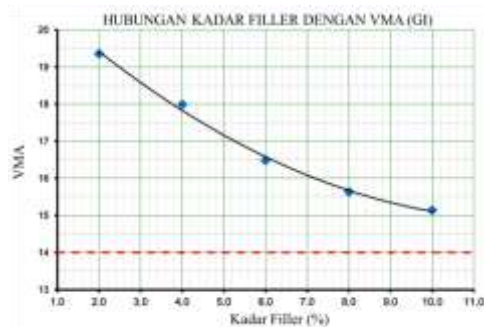
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Filler dengan Flow



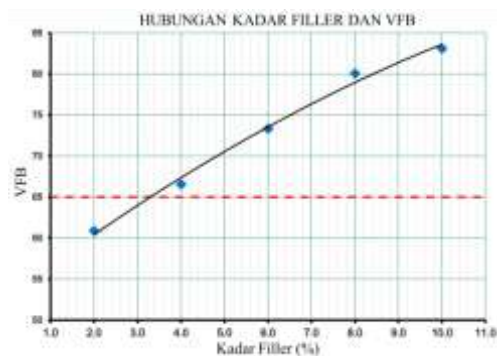
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Filler dengan Ratio Filler Bitumen Content



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Filler dengan VIM



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Filler dengan VMA



Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Filler dengan VFB

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil penelitian campuran AC-BC menggunakan komposisi gradasi ideal yang sesuai dengan Spesifikasi campuran AC-BC dan kadar aspal optimum dengan berbagai variasi *filler* dapat disimpulkan sebagai berikut ;

- Nilai stabilitas pada kadar *filler* 2% adalah 1604 kg dan pada kadar *filler* 10% adalah 2496 kg, nilai stabilitas semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler*. Nilai stabilitas pada kadar *filler* 2%-10% memenuhi persyaratan.
- Nilai VIM pada kadar *filler* 2% adalah 7,58% dan pada kadar *filler* 10% adalah 2,56%, nilai VIM semakin menurun seiring bertambahnya kadar *filler*. Nilai VIM hanya pada kadar *filler* 6%-8% adalah 4,30%-3,12% yang memenuhi persyaratan.
- Nilai flow pada kadar *filler* 2% adalah 3,27 mm dan pada kadar *filler* 10% adalah 4,35 mm, nilai flow semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler*. Nilai flow pada kadar *filler* 2%-6% adalah 3,27-3,62 memenuhi persyaratan.
- Nilai VMA pada kadar *filler* 2% adalah 19,35% dan pada kadar *filler* 10% adalah 15,14%, nilai VMA semakin menurun seiring bertambahnya kadar *filler*. Nilai VMA pada kadar *filler* 2%-10% memenuhi persyaratan.
- Nilai VFB pada kadar *filler* 2% adalah 60,85% dan pada kadar *filler* 10% adalah 83,09% mengakibatkan nilai VFB semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler*. Nilai VFB pada Kadar *filler* 6%-10% adalah 73,33-83,09 yang memenuhi persyaratan.
- Nilai ratio *filler-bitumen efektif* pada kadar *filler* 2% adalah 0,41 dan pada kadar *filler* adalah 2,03, nilai ratio *filler-bitumen efektif* semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler*. Nilai ratio *filler-bitumen* hanya pada kadar *filler* 6% adalah 1,22 yang memenuhi persyaratan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dengan pembuatan campuran beraspal panas AC-BC, menggunakan material agregat dari lokasi sumber Lolan di Kabupaten Bolaang Mongondow, dengan menggunakan *filler* dari abubatu dan *Portland Cement* (PC) maka penggunaan *filler* dalam campuran disarankan berkisar pada range 5%-7% terhadap berat total agregat kering yang dibatasi oleh batas bawah dan batas atas *ratio filler-bitumen efektif*.

DAFTAR PUSTAKA

Advanty Esentia, 2014. Pengaruh Penggantian Sebagian *Filler* Semen Dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata Dan 60% Abu Cangkang Lokan Pada Campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC). Skripsi Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Ali H, 2011. Karakteristik Campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC) Dengan Penggunaan Abu Vulkanik Dan Abu Batu Sebagai *Filler*, jurnal Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Ariawan A, 2007. Penggunaan Batu Kapur Sebagai *Filler* Pada Campuran Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC), jurnal Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.

Bahan Ajar Mata Kuliah “Praktikum Perkerasan Jalan”

MODUL, *Training Of Trainer (TOT)*. 2007. BALITBANG-PU dengan DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

SNI. 2010. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*

Spesifikasi Umum, 2010. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga

Sukirman S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung