

PENGUNAAN KAPUR PADAM SEBAGAI PENGGANTI *FILLER* PADA CAMPURAN AC-WC

Hendra Cahyadi^(1*), Sucmana Wijaya Kasuma⁽²⁾

⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan MAB

⁽²⁾Program Studi Teknik Sipil UM Palangkaraya

*E-mail: irarizqonroyan@gmail.com

ABSTRAK

Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) telah digunakan secara luas di Indonesia sebagai lapisan permukaan, karena sifatnya yang kedap air dan tingkat keawetan yang tinggi. Sifat penting *Asphalt Concrete* adalah agregatnya bergradasi menerus menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat stabilitas tinggi. *Filler* sebagai bahan pengisi dalam campuran beraspal. Pada penelitian ini digunakan kapur padam sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC. Kapur padam merupakan material yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm), sebagai syarat utama material *filler*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik *Marshall* dari campuran AC-WC mempergunakan *filler* kapur padam, dan untuk mengetahui kinerja campuran dan pengaruh *filler* kapur padam pada campuran AC-WC.

Metode penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan dimulai dari pemeriksaan aspal penetrasi 60/70, pengujian abrasi (*Los Angeles*), pemeriksaan analisa saringan, pengujian berat jenis agregat, pengujian *Sand Equivalent*, pengujian berat jenis campuran beraspal sampai dengan pengujian dengan alat *Marshall*.

Dari hasil penelitian penggunaan *filler* kapur padam pada campuran AC-WC terlihat bahwa penggunaan kapur padam sebagai pengganti *filler* memenuhi syarat stabilitas, *flow*, VFB, VMA dan Hasil Bagi Marshall yang ditetapkan, tetapi untuk nilai VIM masih berada di atas batas syarat maksimum spesifikasi

Kata Kunci: Kapur Padam, AC-WC, *Marshall*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Aspal beton sebagai bahan untuk konstruksi jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Penggunaannya pun di Indonesia dari tahun ke tahun makin meningkat. Hal ini disebabkan aspal beton mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan-bahan lain, diantaranya harganya relatif lebih murah dibanding dengan pekerjaan jalan rigid. Kemampuannya dalam mendukung beban berat kendaraan yang tinggi dan dibuat dari bahan-bahan yang tersedia dan mempunyai ketahanan yang baik terhadap cuaca, aspal beton atau *asphaltic concrete* adalah campuran dari agregat bergradasi menerus dengan bahan bitumen. Kekuatan utama aspal beton ada pada keadaan butir agregat yang saling mengunci dan sedikit pada pasir/*filler*/bitumen. Pengalaman pembuat aspal beton mengatakan bahwa campuran ini sangat stabil tetapi sangat sensitif terhadap variasi dalam pembuatannya dan perlu tingkat *quality control* yang tinggi dalam pembuatannya, bila potensi ingin penuh terealisasi. Di samping kecukupan *workability* (sifat kemudahan untuk dikerjakan) ada tujuh sifat dasar aspal beton yang harus diperhatikan dalam merencanakan campuran aspal beton, yaitu:

1. *Stability* (Stabilitas);
2. *Durabilitas* (keawetan);
3. *Fleksibility* (Fleksibel);
4. *Skid resistance* (Mempunyai tahanan terhadap selip);
5. *Permeability* (Kedap air);
6. *Workability* (Kemudahan pengerjaan);
7. *Fatigue resistance* (Ketahanan kelelahan).

Filler sebagai bahan pengisi dalam campuran beraspal untuk lapisan perkerasan merupakan salah satu komponen yang mempunyai prosentase yang terkecil disamping aspal. Biasanya *filler* ini berasal dari bahan yang sama sehingga mempunyai kualitas dan berat jenis yang sama. Walaupun dalam penggunaannya dalam campuran merupakan bahan dengan prosentase terkecil akan tetapi dapat berfungsi memodifikasi gradasi agregat halus sehingga kepadatan campuran bisa meningkat dan jumlah aspal yang dibutuhkan untuk mengisi rongga akan dapat berkurang.

Dalam beberapa kondisi berkemungkinan tidak didapatkan *filler* dari bahan yang sama dari segi nilai ke ekonomisannya maka harus dicari alternatif bahan lain sebagai pengganti *filler*. Penelitian yang dilakukan adalah penggunaan kapur padam sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC. Pemilihan bahan tersebut karena harganya relatif murah dari bahan *filler* lain seperti Abu batu, semen (PC), debu dolomite. Selain itu kapur padam adalah material yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm), sebagai syarat utama material *filler*. Kapur padam didapatkan di toko-toko material yang terdapat di berbagai tempat. Maka berdasarkan fenomena tersebut perlu adanya kajian mengenai "Penggunaan Kapur Padam Sebagai Pengganti *Filler* pada Campuran AC-WC".

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, berikut ini dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *Marshall* kapur padam sebagai pengganti *filler* (AC-WC)?
2. Bagaimana kinerja campuran dan pengaruh *filler* kapur padam pada campuran *Asphalt Concrete wearing course* (AC-WC)?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat *filler* dari bahan kapur padam pada campuran aspal beton:

1. Mengetahui karakteristik *Marshall* campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) mempergunakan *filler* kapur padam.
2. Mengetahui kinerja campuran dan pengaruh *filler* kapur padam pada campuran *Asphalt Concrete wearing course* (AC-WC).

KAJIAN PUSTAKA

Landasan Teori

Laston adalah lapis permukaan atau lapis fondasi yang terdiri atas laston lapis aus (AC-WC), laston lapis permukaan antara (AC-BC) dan laston lapis fondasi (AC-Base). Pembuatan Lapis Aspal Beton (LASTON) 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.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, *Asphalt Concrete-Wearing Course* telah digunakan secara luas di Indonesia sebagai lapisan permukaan, karena sifatnya yang kedap air dan tingkat keawetan yang tinggi. Sifat-sifat penting *Asphalt Concrete* adalah agregatnya bergradasi menerus menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat stabilitas tinggi.

Rancangan campuran perkerasan aspal meliputi pemilihan jenis aspal, pemilihan material

agregat yang sesuai dengan jenis konstruksi perkerasan, dan penentuan proporsi optimum agregat dan aspal di dalam campuran. Kemampuan perkerasan lentur untuk menahan kerusakan adalah sangat tergantung pada keawetan lapisan aspal tersebut. Air adalah salah satu dari banyak faktor yang mempengaruhi keawetan dari suatu campuran aspal, air dapat megurangi ikatan antara aspal dan agregat dan berakibat hilangnya agregat dari permukaan. Sehingga kemampuan lapisan untuk menahan beban juga akan terpengaruh. Keawetan campuran perkerasan aspal sebagian besar dipegaruhi oleh terjamin dan terpeliharanya ikatan antar aspal dan agregat akibat masuknya air. Tabel 1 berikut memperlihatkan ketentuan sifat-sifat campuran laston.

Tabel 1. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

| Sifat-sifat Campuran | | Laston | | | | | |
|--|------|-----------|-------|--------------|-------|---------------------|-------|
| | | Lapis Aus | | Lapis Antara | | Pondasi | |
| | | Halus | Kasar | Halus | Kasar | Halus | Kasar |
| Kadar aspal efektif (%) | | 5.1 | 4.3 | 4.3 | 4.0 | 4.0 | 3.5 |
| Penyerapan Aspal (%) | Maks | 1.2 | | | | | |
| Jumlah tumbukan per bidang | | 75 | | | | 112 ⁽¹⁾ | |
| Rongga dalam campuran (%) ⁽²⁾ | Min. | 3,0 | | | | | |
| | Maks | 5,0 | | | | | |
| Rongga dalam Agrgat (VMA) (%) | Min. | 15 | | 14 | | 13 | |
| Rongga Terisi Aspal (%) | Min | 65 | | 63 | | 60 | |
| Stabilitas Marshall (kg) | Min. | 800 | | | | 1800 ⁽¹⁾ | |
| | Maks | - | | | | - | |
| Pelelehan (mm) | Min. | 3 | | | | 4,5 ⁽¹⁾ | |
| Marshall Quotient (kg/mm) | Min. | 250 | | | | 300 | |
| Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C ⁽³⁾ | Min | 90 | | | | | |
| Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁴⁾ | Min. | 25 | | | | | |

Catatan:

- 1) Modifikasi *Marshall*
- 2) Rongga dalam campuran dihitung berdasarkan pengujian Berat Jenis Maksimum Agregat (Gmm test, SNI 03-6893-2002).
- 3) Direksi Pekerjaan dapat atau menyetujui AASHTO T283-89 sebagai alternatif pengujian kepekaan terhadap kadar air. Pengkondisian beku cair (*freeze thaw conditioning*) tidak diperlukan.
- 4) Untuk menentukan kepadatan membal (refusal), disarankan menggunakan penumbuk bergetar (*vibratory hammer*) agar pecahnya butiran agregat dalam campuran dapat dihindari. Jika digunakan penumbukan manual jumlah tumbukan per bidang harus 600 untuk cetakan berdiameter 6 inchi dan 400 untuk cetakan berdiameter 4 inchi.

Bahan Pengisi (*Filler*) Kapur Padam

Kapur padam adalah kapur yang didapat dari kapur tohor yang telah dipadamkan dengan air dan membentuk hidran. Kapur padam diproduksi dengan cara membakar batu kapur atau cangkang kerang dalam tungku untuk menghilangkan karbon dioksida dan menyisakan kapur tohor. Kapur tohor ini kemudian diberi air dengan membiarkannya menyerap air sebanyak yang dapat dilakukannya, yang menyebabkan pembentukan kalsium hidrosida yang disebut kapur padam.

Bahan pengisi yang berasal dari kapur merupakan *filler* yang baik karena bertindak juga sebagai material *anti-stripping* dengan mengambil air dari agregat dan mempunyai efek kimia yang bermanfaat terhadap bitumen karena meningkatkan keawetan.

Pemakaian material kapur harus dibatasi karena kalau terlalu banyak dikhawatirkan akan terjadi gumpalan-gumpalan serta pengembangan kapur karena hidrasi yang dapat menyebabkan keretakan campuran.



Gambar 1 Kapur Padam

METODE PENELITIAN

Umum

Agar tujuan dan sasaran penelitian dapat dicapai sesuai yang diharapkan perlu ditentukan alur/program kerja penelitian yang akan dilaksanakan.

Secara garis besar, metode pengkajian yang akan dilaksanakan berupa pengambilan bahan-bahan di lapangan kemudian dilanjutkan

pengujian/ pengukuran dan pengamatan di laboratorium terhadap bahan (aspal, agregat, *filler*) dan briket campuran aspal panas. Analisa dilakukan dengan cara membandingkan hasil yang diperoleh dari pengujian di laboratorium dengan nilai yang ada dalam persyaratan terhadap kinerja laston (AC-WC) berdasarkan uji Marshall.

Kualitas bahan yang digunakan untuk campuran AC-WC harus sesuai dengan spesifikasi. Beragam pengujian dilakukan untuk menjamin bahan yang digunakan memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Agregat yang digunakan berasal dari satu sumber agar diperoleh sifat-sifat teknis yang sama. Sebagai sebuah komponen penting dari campuran, aspal yang digunakan harus sesuai dengan kondisi lingkungan dan memenuhi spesifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian di Laboratorium

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian terhadap sifat-sifat fisik aspal, sifat fisik agregat dan pengujian sifat campuran aspal dan agregat dengan alat *Marshall*.

Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*, dan perhitungan penggabungan agregat menggunakan cara diagonal yang dikombinasikan dengan cara coba-coba (*Trial and Error*).

Persentase terhadap berat total agregat yang digunakan yaitu 1.145 gram. Hasil proporsi agregat campuran Laston lapis aus (*asphalt concrete-wearing course*) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

Tabel 2 Proporsi Agregat Dalam Campuran

| Jenis Material | Persentase terhadap total agregat | Kadar aspal (%) |
|---------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | Proporsi (%) | |
| Agregat kasar (CA) | 22 | 5; 5,5 ; 6 ; 6,5 ; 7 |
| Agregat sedang (MA) | 23 | |
| Abu batu | 42 | |
| Pasir | 13 | |

Hasil Pengujian Marshall

Setelah perhitungan komposisi campuran (*mix design*) maka selanjutnya adalah pembuatan briket atau benda uji. Dalam penelitian ini setiap proporsi campuran dibuat masing-masing 3 briket. Pembuatan benda uji mengikuti prosedur pada

manual pemeriksaan bahan jalan PC 021-76. Jumlah tumbukan yang digunakan adalah 2x75 kali tumbukan dengan asumsi jalan digunakan untuk lalu lintas sedang, beban berat (luar kota). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini

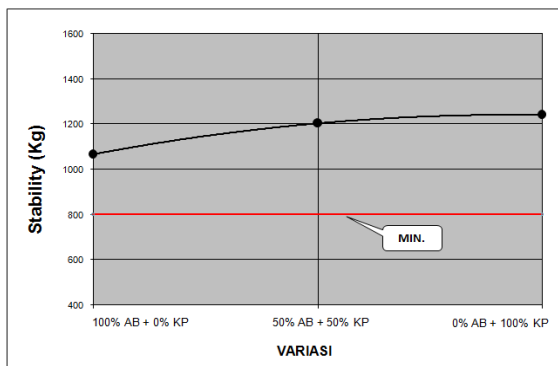
Tabel 3 Hasil Pengujian *Marshall*

| No. | DESCRIPTION | Satuan | Actual Test | Spesification Requirment | Keterangan |
|-----|----------------------------|--------------------|-------------|--------------------------|------------|
| 1 | Theoretical Max. Density | gr/cm ³ | 2,359 | - | |
| 2 | Bulk Density | gr/cm ³ | 2,265 | - | |
| 3 | Stability | Kg | 1060,0 | Min. 800 | Terpenuhi |
| 4 | Flow | mm | 3,15 | Min. 3,0 | Terpenuhi |
| 5 | QM (Stifness stab/flow) | Kg/mm | 335,0 | Min 250 | Terpenuhi |
| 6 | Void Filled with Bitumen | % | 76,0 | 65 | Terpenuhi |
| 7 | Void In Total Mix Marshall | % | 4,0 | 3 - 5 | Terpenuhi |
| 8 | V.M.A | % | 16,60 | Min .15 | Terpenuhi |
| 9 | Optimum Asphalt Content | % | 6,15 | - | |
| 10 | Effective Asphalt Content | gr/cm ³ | 5,61 | Min. 5,1 | Terpenuhi |
| 11 | Absorbed Bitumen (Pba) | gr/cm ³ | 0,41 | Max. 1,20 | Terpenuhi |

Sifat-sifat *Marshall* Menggunakan *Filler* Abu Batu dan Kapur Padam

Setelah didapat kadar aspal optimum maka dibuat 9 briket untuk pencampuran 3 (tiga) variasi *filler* 100% abu batu + 0% kapur padam, 50% abu batu + 50% kapur padam dan 0% abu batu + 100% kapur padam dari kadar aspal optimum (6,15%). Setiap variasi berjumlah 3 (tiga) sampel. Hasil pengujian terlihat pada gambar-gambar di bawah ini

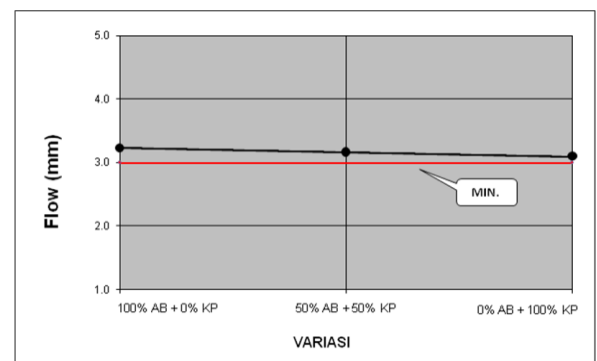
Stabilitas



Gambar 2. Grafik Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas meningkat seiring dengan adanya penambahan *filler* kapur padam, dan mencapai titik tertinggi sebesar 1243 kg. Nilai-nilai stabilitas tersebut masih berada di atas spesifikasi nilai stabilitas yaitu >800 kg.

Kelelahan Plastis (*Flow*)

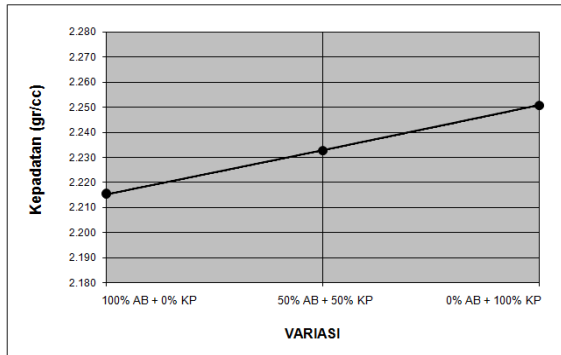


Gambar 3. Grafik *Flow*

Kelelahan plastis adalah suatu perubahan keadaan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat penambahan beban sampai terjadi keruntuhan. Dari Gambar 3 terlihat nilai kelelahan (*Flow*) menurun

seiring dengan penambahan *Filler* kapur padam, namun masih berada dalam batas spesifikasi.

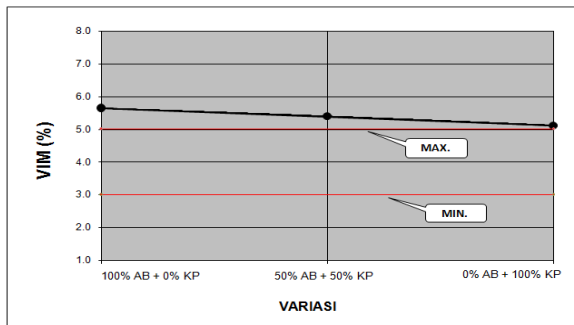
Kepadatan



Gambar 4. Grafik Kepadatan

Kepadatan (densitas) merupakan bagian yang paling penting dalam suatu campuran perkerasan. Kepadatan yang baik akan memberikan stabilitas yang baik pula pada suatu campuran perkerasan. Hal ini diperlukan untuk menjaga keutuhan dan ketahanan dari campuran perkerasan. Dari hasil pengujian Marshall yang terlihat pada Gambar 4 nilai kepadatan terus meningkat sampai penambahan *filler* kapur padam sebanyak 100%.

Rongga Dalam Campuran (VIM)

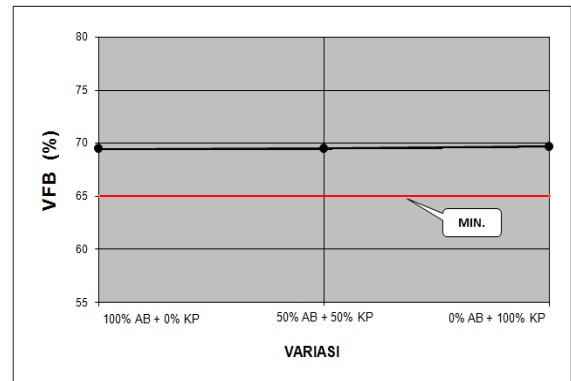


Gambar 5. Grafik VIM

Nilai VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar (*bleeding*) pada saat terjadi beban lalu lintas di atasnya. Namun jika nilai VIM terlalu besar maka akan mempengaruhi daya tahan perkerasan (*durabilitas*), karena campuran perkerasan menjadi kurang kedap air dan udara sehingga jika rongga dalam campuran dimasuki oleh air dan udara akan menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal akan menjadi getas/rapuh. Pada Gambar 5 dapat dinilai

rongga udara (VIM) pada *filler* 100% abu batu nilainya masih diatas batas spesifikasi dan seiring dengan penambahan dengan *filler* 100% kapur padam nilai VIM mulai turun tetapi masih diatas batas dan belum memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu 3%-5%.

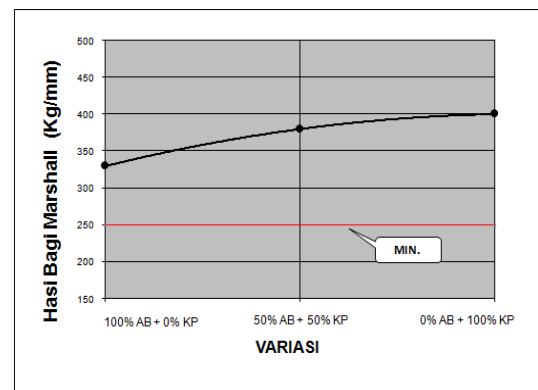
Rongga Terisi Aspal (VFB)



Gambar 6. Grafik VFB

Rongga terisi aspal adalah persentase dari rongga antar butir yang berisi aspal efektif. Nilai VFB yang terlalu kecil mengakibatkan daya lekat antar agregat menjadi kurang sehingga mudah lepas dan berpengaruh pada durabilitas. Sebaliknya apabila nilai VFB terlalu besar, kemungkinan terjadi *bleeding* juga semakin besar juga semakin besar. Untuk nilai VFB disyaratkan 65%. Pada Gambar 6 dapat dilihat nilai VFB semakin meningkat dengan adanya penambahan *filler* kapur padam. Pada campuran ini nilai-nilai VFB memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar 65% dari batas maksimum.

Hasil Bagi Marshall



Gambar 7. Grafik Hasil Bagi Marshall

Hasil bagi Marshall adalah hasil bagi dari nilai stabilitas dengan *Flow*. Peningkatan nilai hasil bagi Marshall disebabkan adanya peningkatan nilai stabilitas dan disertai penurunan nilai *Flow*, hal ini disebabkan akibat perubahan kerapatan campuran. Semakin besar nilai hasil bagi Marshall berarti campuran perkerasan semakin kaku, karena nilai stabilitas semakin tinggi. Sebaliknya semakin kecil nilai hasil bagi Marshall berarti campuran semakin lentur karena nilai stabilitas menurun. Pada Gambar 7 penambahan filler kapur padam pada pada 100% filler kapur padam menaikkan nilai hasil bagi Marshall sebesar 401 kg/mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian penggunaan filler kapur padam pada campuran laston yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan variasi 0% kapur padam, 50% kapur padam dan 100% kapur padam, dapat disimpulkan bahwa penggunaan kapur padam sebagai pengganti filler memenuhi syarat stabilitas, *flow*, VFB dan VMA yang ditetapkan, tetapi untuk nilai VIM masih berada di atas batas syarat maksimum spesifikasi. Pada komposisi 100% kapur padam sebagai pengganti filler menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai stabilitas 1.243 kg dan *flow* 3,10 mm. Penggunaan kapur padam sebagai pengganti filler, baik dari segi pertimbangan ekonomis karena harganya relatif lebih murah dibanding dengan filler abu batu.

Saran

Adapun saran-saran setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan kapur padam sebagai pengganti filler pada campuran proporsi agregat kasar (CA) 22%, agregat sedang (MA) 23%, abu batu (FA) 40%, pasir 13% dan filler (FF) 2% dengan Kadar Aspal Optimum 6,15%, sebaiknya digunakan dalam rentang 50% s/d 100%, dimana nilai stabilitas dan *flow* nya sesuai dengan spesifikasi dan nilai VIM nya mendekati batas maksimum yang disyaratkan.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, maka diperlukan ketelitian dalam pelaksanaan pengujian sesuai dengan prosedur, dan juga dengan alat yang baik.

3. Penelitian ini menghasilkan sesuatu yang baik tetapi belum memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, tetapi tidak menutup kemungkinan dilakukan lagi penelitian lanjutan penggunaan kapur padam sebagai filler untuk campuran beraspal, dengan tinjauan yang berbeda khususnya dalam teknologi perkerasan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, (1990), *Standar Spesifications For Transportation Materials And Metods of Sampling and Testing. Part I, "Spesifications"*, Fifteenth Edition. Washington, D.C.
- Ali, Hadi, (2013), *Tinjauan Penggunaan Abu Batu Dan Abu Vulkanik Sebagai Filler Terhadap Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC – WC)*, Jurnal Rekayasa, Vol 17, No 1, April 2013.
- Ali, Syaifullah, (2006) *Pengaruh Penggunaan Gabungan Kapur Padam Dan Fly Ash Sebagai Filler Terhadap Kinerja Campuran Lataston Lapis Permukaan*, Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Volume1, Nomor 2, Maret 2006 ISSN : 1858-3709, 2006.
- Ariawan, I Made Agus, (2013), *Karakteristik Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) Dengan Menggunakan Asbuton Dan Limbah Bongkaran Bangunan (Batako) Sebagai Pengganti Agregat Halus Dan Filler*, TEKNO SIPIL/Volume 11/No.59/Agustus 2013
- Badan Standardisasi Nasional, (2008), SNI 1969:2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Jakarta, Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional, (2008), SNI 2417:2008, *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Jakarta, Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional, (1991), SNI 03-2439-1991 *Metode Pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal*, Jakarta, Indonesia

- Badan Standardisasi Nasional, (1990), SNI 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penye-rapan Air Agregat Halus*, Jakarta, Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional, (1997), SNI 03-4428-1997, *Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan cara Setara Pasir*, Jakarta, Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional, (1996), SNI 03-4142-1996, *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan Nomor 200 (0.0075 mm)*, Jakarta, Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional, (1991), SNI 06-2456-1991, *Metode Pengujian Penetrasi Aspal*, Jakarta, Indonesia
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2010), *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*
- Fithra, Herman, (2017), *Pengaruh Jumlah Tumbukan Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) Tambahan Lateks Terhadap Sifat Marshall*, Teras Jurnal, Vol.7, No.1, Maret 2017 P-ISSN 2088-0561E-ISSN 2502-1680, 2017.
- Kamil, M., Anggraini, R., Suryani, F. M., (2011), *The Performance Of Asphalt-Concrete Wearingcourse (Ac-Wc) Mixture By Using Rice Husk Ash As Filler With The Addition Of Asbuton In Asphalt Pen 60/70 As Binder*. Proceedings of The Annual International Conference Syiah Kuala University 2011 Banda Aceh, Indonesia, November 29-30, 2011 Volume 1 Number 2, 2011 173, 2011.
- Mashuri., Batty, J. F., Listiana, (2013), *Pengaruh Penggunaan Kapur Padam Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Pada Ketahanan Pengelupasan Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC)*, Mektek Tahun XV No. 2, Mei 2013.
- Ngii, Edward, (2008), *Perbandingan Kinerja Filler Slag Nikel Dengan Kapur Padaman Dalam Campuran HRS (Hot Rolled Sheet)*, Metropilar, Volume 6, Nomor 1, Januari 2008.
- Saleh, A., Suparma, L. B., (2015), *Perancangan Laboratorium Pada Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (Ac-Bc) Dengan Menggunakan Aspal Pen 60/70 Dan Zeolit Alam Sebagai Filler*, Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru ISBN: 978-979-792-636-6145, 2015.
- Soehartono, *Teknologi Aspal Dan Penggunaannya Dalam Konstruksi Pekerjaan Jalan*, (2010), Jakarta.
- Sugiyanto, G., Harmawan, A., and Mulyono, B., (2015), *The Characteristics of Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) Mixture with Bottom Ash as Aggregate Substitute*, Civil Engineering Dimension, Vol. 17, No. 1, March 2015, 29-37 CED 2015, 17(1), DOI: 10.9744/CED.17.1.29-37 ISSN 1410-9530 print / ISSN 1979-570X online, 2015.
- Sukirman, Silvia, (2010), *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Bandung: Nova
- Tajudin, A. N., Suparma, L. B., (2014), *Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE Sebagai Agregat Pengganti Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC – BC)*, The 17th FSTPT International Symposium, Jember University, 22-24August 2014 780, 2014.