

PENGARUH PENGGUNAAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI *FILLER* TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC-BC)

Salma Alwi

salmaalwi@polnes.co.id

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Ashadi Putrawirawan

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

ashadi.asri@yahoo.co.id

Rahmat Hidayat

Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

rhmthdyt68@gmail.com

INTISARI

Penggunaan abu cangkang kelapa sawit sebagai pengganti *filler* dalam campuran perkerasan aspal beton (laston) belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal. Potensi dari abu cangkang kelapa sawit cukup besar karena Kalimantan Timur mempunyai sumber abu cangkang sawit yang melimpah, salah satunya dari sisa pengolahan PT. SUAN di Muara Badak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat Marshall dan mengetahui besarnya Kadar Aspal Optimum dari penggunaan abu cangkang kelapa sawit sebagai pengganti *filler*.

Pada Penelitian ini dibuat benda uji Marshall dengan variasi abu cangkang kelapa sawit sebagai pengganti *filler* pada kadar 2%, 3%, 4%, 5% dan 6% serta kadar aspal yang direncanakan adalah 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% yang kemudian akan diketahui kadar aspal optimum, stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA dan MQ pada campuran Laston (AC-BC).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penggunaan abu cangkang kelapa sawit sebagai pengganti *filler* pada AC-BC maksimum sebesar 5% dan nilai Kadar Aspal Optimum sebesar 5,19% dengan karakteristik Marshall meliputi nilai stabilitas 1940 kg, *flow* 3,5%, VIM 3,80%, VMA 14,80%, VFA 73,00% dan MQ 560,00 kg/mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran AC-BC dengan pengganti *filler* menggunakan abu cangkang kelapa sawit memenuhi persyaratan untuk lapisan aspal beton AC-BC.

Kata Kunci : AC-BC, abu cangkang kelapa sawit, *filler* , Marshall, Kadar Aspal Optimum

ABSTRACT

The use of laterite as a coarse aggregate in asphalt pavement mixture has not been fully utilized optimally and only used as a pile of the road material. The potential of laterite stones is quite large because East Kalimantan has an abundant source of laterite stones, one of them is from Mulawarman village Tenggara Seberang district. The purpose of this study is to determine the properties of Marshall and determine the amount of Optimum Asphalt content from the use of laterite stones as a substitute for coarse aggregate.

In this research, Marshall specimens were made with variations of laterite stones as a substitute for coarse aggregate are 0%, 12.5%, 25%, 37.5% and 50% and the planned asphalt content are 4%, 4.5%, 5 %, 5.5%, and 6% which will then be known as optimum asphalt content, stability, flow, VIM, VMA, VFA and MQ in the mixture of Laston (AC-BC).

Based on the results of the study obtained the use of laterite as a substitute for coarse aggregate on AC-BC maximum of 50% and Optimum Asphalt Content value of 5.48% with Marshall characteristics including stability values 1980 kg, flow 3.95%, VIM 4.96%, VMA 16.42%, VFA

72.07% and MQ 510.63 kg/mm. The results showed that the mixture of AC-BC with a substitute for coarse aggregate using laterite met the requirements for AC-BC asphalt concrete layer.

Key words : AC-BC, Laterite, Coarse aggregate, Marshall, Optimum Asphalt Content

PENDAHULUAN

Sebagian besar perkerasan jalan yang sering digunakan adalah perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan jenis campuran yang digunakan adalah *Asphalt Concrete* (AC) atau aspal beton (Laston). *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) adalah lapisan yang termasuk dalam campuran Laston. Komposisi *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) adalah aspal dan agregat batu split. Batu split dapat juga dicampur dengan material lainnya misalnya batu laterit. Kalimantan Timur mempunyai sumber (*Quarry*) batu laterit yang melimpah, salah satunya dari desa Mulawarman. Sampai saat ini penggunaan batu laterit hanya sebatas sebagai bahan timbunan.

Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) biasanya menggunakan agregat batu split. Umumnya di Samarinda dan Tenggarong menggunakan batu split dari Palu. Harga batu Palu sampai di Samarinda dan Tenggarong cukup mahal, maka dari itu dicoba menggunakan campuran batu split Palu dan batu laterit agar lebih murah atau ekonomis.

Dengan mencampurkan batu split Palu dan batu laterit pada campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC). Selain ekonomis maka batu laterit tersebut akan mempunyai nilai tambah. Jadi setelah diolah (gradasi disesuaikan) harga batu laterit akan meningkat tetapi masih dibawah harga batu split Palu.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini menggunakan batu laterit dari desa Mulawarman Kecamatan Tenggarong Seberang sebagai campuran dalam *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC). Sehingga dapat mengurangi penggunaan batu split Palu.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan suatu permasalahan, diantaranya:

- Bagaimana pengaruh penggunaan batu laterit dari Kecamatan Tenggarong Seberang terhadap sifat-sifat Marshall pada campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC)?
- Berapa kadar aspal optimum (KAO) dari variasi komposisi tersebut sehingga didapatkan campuran yang memenuhi standar spesifikasi teknis untuk campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC)?

Selain itu penelitian ini bertujuan yaitu:

- Mengetahui sifat-sifat uji Marshall dari campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) dengan menggunakan campuran batu Palu dengan batu laterit yang berasal dari desa Mulawarman Kecamatan Tenggarong Seberang.
- Mengetahui besarnya kadar aspal optimum (KAO) dari campuran batu Palu dengan batu laterit dari desa Mulawarman Kecamatan Tenggarong Seberang terhadap campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC).

TINJAUAN PUSTAKA

a. Lapis Aspal Beton

Lapis aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*), dicampur, dihampar dan dipadatkan secara panas dalam suhu tertentu. Sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, Laston (AC) mempunyai nilai struktur, kedap air dan mempunyai stabilitas tinggi. Ciri lainnya adalah memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan lainnya oleh karena itu aspal beton memiliki stabilitas tinggi dan relatif kaku. (Menurut Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum 2018). Laston

terdiri dari tiga macam campuran, yaitu Laston Lapis Aus AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), Laston Lapis Pengikat AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), dan Laston Lapis Pondasi AC-Base (*Asphalt Concrete – Base*).

b. Campuran Laston Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)

Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) ini berfungsi sebagai lapis pengikat atau lapis antara. Dikatakan lapis pengikat karena laston *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) ini dicampur, dihampar, dipadatkan pada suhu tertentu di atas lapisan AC-Base. Selain itu *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) juga bisa digunakan untuk lapisan antara yang memisahkan lapisan AC-WC dan AC-Base. Menurut spesifikasi teknis 2018 bahwa tebal nominal minimum lapisan ini adalah 4 - 5 cm.

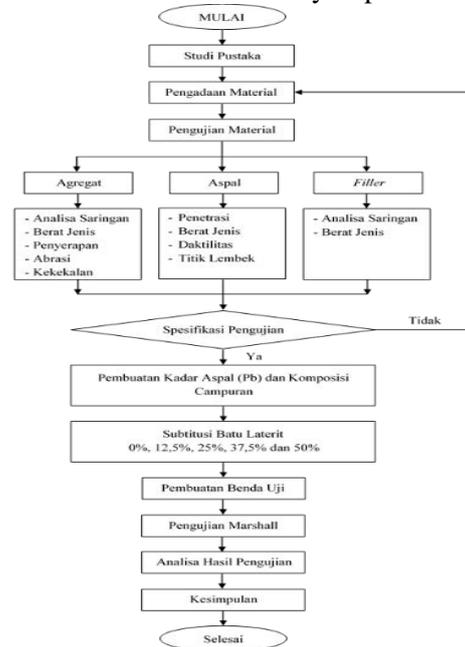
Menurut Puslitbang Prasarana Transportasi (2004) lapisan AC-BC berfungsi untuk mengurangi tegangan dan menahan beban maksimum akibat beban lalu lintas, sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup. Ketentuan sifat-sifat yang dimiliki campuran Laston AC-BC.

Tabel 1. Spesifikasi campuran AC-BC

Sifat-sifat Campuran		Lapisan Aspal Beton AC-BC
Jumlah Tumbukan per Bidang	Min.	75
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam Agregat (%)	Min.	14
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800
Pelelehan (mm)	Min.	2,0
	Maks.	4,0
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250

c. Batu Laterit

Batu laterit tanah yang mengeras dengan terbentuk secara alami menyerupai batu dari



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

hasil pengendapan zat-zat seperti nikel dan besi. Laterit sendiri terbentuk secara alami yang didalamnya banyak terkandung unsur dan zat-zat hara yang membentuk lapisan tanah tersebut mengeras seperti batu.

Diprediksi hampir 70% jenis batu laterit yang ada di Kalimantan adalah kualitas baik dan dapat dimanfaatkan untuk bahan-bahan pembuatan elemen konstruksi bangunan sehingga dapat bernilai ekonomis.

METODOLOGI PENELITIAN

Agregat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu agregat kasar, agregat halus dan batu laterit. Agregat kasar berupa batu pecah (split) ukuran 3/4” dan 3/8”, agregat halus berupa abu batu dan pasir Palu, sedangkan batu laterit sebagai pengganti agregat kasar yang berasal dari Kecamatan Tenggarong Seberang, serta *filler* berupa semen PCC.

Pada penelitian ini akan direncanakan aspal beton *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) dengan menggunakan batu laterit sebagai pengganti agregat kasar pada kadar 0%, 12.5%, 25%, 37.5% dan 50% serta kadar aspal yang direncanakan 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%, yang menjadi acuan standarnya yaitu

Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (Bina Marga 2018). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Politeknik Negeri Samarinda. Dengan bagan alir penelitian seperti Gambar 1.

Gambar 1. Bagan alir penelitian

Secara umum tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai Gambar 1, dan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Material berupa agregat kasar, agregat halus, batu laterit, filler dan aspal yang telah disiapkan dilakukan pengujian meliputi: berat jenis dan penyerapan, analisa saringan, keausan agregat dan kekekalan agregat. Sedangkan pengujian aspal meliputi: daktilitas, titik lembek, berat jenis, dan penetrasi.
- b. Setelah didapatkan komposisi agregat yang sesuai dengan spesifikasi campuran yang akan dibuat dan kadar aspal rencana, kita dapat membuat benda uji. Dalam penelitian ini akan dibuat 75 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal rencana yaitu: %, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 5 variasi kadar batu laterit 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, 50%. Masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji. Didalam pencampuran benda uji dilakukan pemanasan terhadap agregat dengan suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$, sedangkan kadar aspal dengan suhu $\pm 152^{\circ}\text{C}$. Campuran yang telah siap dimasukkan kedalam mold. Selanjutnya dipadatkan dengan alat hammer sebanyak 2x75 tumbukan. Suhu pemadatan yaitu $\pm 147^{\circ}\text{C}$. Kemudian diamkan beberapa saat, setelah dingin benda uji dikeluarkan dari mold.
- c. Pengujian Marshall bertujuan untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*). Analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk dilakukan dengan cara menimbang benda uji. Setelah proses pembuatan benda uji, maka benda uji didiamkan ± 24 jam, kemudian ditimbang untuk memperoleh berat kering udara. Benda uji tersebut kemudian direndam untuk mencari berat dalam air dan berat SSD. Pengujian marshall dilakukan dengan alat marshall, setelah benda uji terlebih dahulu direndam dalam

air bersuhu 60°C . Dari hasil pengujian Marshall akan didapatkan nilai karakteristik marshall meliputi: stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA), Rongga Udara dalam campuran (VIM) dan Rongga Terisi aspal (VFA).

- d. Data nilai sifat-sifat marshall yang didapatkan kemudian dianalisa dengan kurva regresi untuk mendapatkan suatu kurva yang sesuai. Kemudian dibuat barchat untuk mendapatkan kadar aspal optimum untuk masing-masing kombinasi. Berdasarkan kadar aspal optimum, akan didapatkan nilai sifat-sifat marshall. Dari kelima kombinasi agregat yang menggunakan batu laterit sebagai agregat kasar kemudian dibuat histogram, untuk dapat disimpulkan berapa persen penggunaan batu laterit yang memenuhi persyaratan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang sifat-sifat campuran lapisan aspal beton (AC-BC) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium pengujian aspal didapatkan data seperti pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai berat jenis, penetrasi, titik lembek dan daktilitas memenuhi persyaratan aspal pen 60/70.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat Jenis	≥ 1	1,02
Penetrasi (mm)	60-70	64,5
Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	50,75
Daktilitas (cm)	≥ 100	115,5

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, agregat halus dan filler memenuhi persyaratan dan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Agregat Kasar (Batu 3/4")		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,72
Penyerapan (%)	Maks. 3%	0,49
Abrasi (%)	Maks. 40%	20,63
Agregat Kasar (Batu 3/8")		

Berat Jenis	Min. 2,5	2,64
Penyerapan (%)	Maks. 3%	0,77
Abrasi (%)	Maks. 40%	23,54
Agregat Halus (Abu Batu)		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,65
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,01
Agregat Halus (Abu Batu)		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,55
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,83
Filler		
Berat Jenis	Min. 1	3,018
Lolos Ayakan (%)	≥ 75%	87,80

Hasil pengujian sifat fisik batu laterit dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Batu Laterit

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat Jenis	Min. 2,5	2,54
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,93
Abrasi (%)		
- Metode B	Maks. 40%	29,63
- Metode C		38,69
Kekekalan (%)	Maks. 12%	1,7%

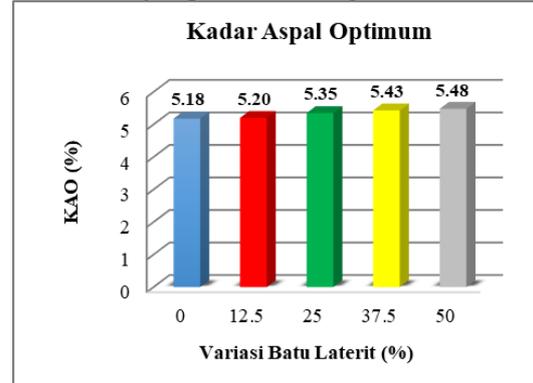
Berdasarkan hasil pengujian keausan (abrasi) batu laterit (Tabel 3) didapatkan 29,63%, sedangkan batu Palu 20,63%. Hal ini menunjukkan bahwa batu laterit lebih lemah dibandingkan batu Palu tetapi keausan batu laterit masih memenuhi persyaratan.

Kadar aspal optimum masing-masing proporsi penggunaan batu laterit sebagai substitusi batu palu. Dari hasil pengujian Marshall ini diperoleh kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi yaitu 5,18% untuk 0% batu laterit; 5,20% untuk 12,5% batu laterit; 5,35% untuk 25% batu laterit; 5,43% untuk 37,5% batu laterit; 5,48% untuk 50% batu laterit.

Gambar 2. hubungan kadar aspal optimum dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa pengaruh penggunaan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar dalam campuran akan meningkatkan nilai kadar aspal optimum pada campuran aspal AC-BC. Dilihat dari

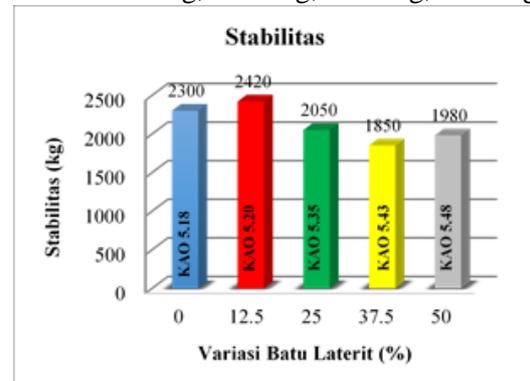
nilai KAO yang terus menunjukkan kenaikan



nilai KAO. Hal ini berarti penggunaan batu laterit sangat mempengaruhi nilai KAO, semakin banyak penggunaan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar maka nilai kadar aspal optimumnya juga akan semakin tinggi.

Stabilitas campuran mengidentifikasi kemampuan lapis perkerasan jalan untuk menerima beban tanpa terjadi deformasi sesuai dengan tingkat beban lalu lintas yang direncanakan. Stabilitas yang rendah akan memudahkan terjadinya lendutan, sebaliknya stabilitas terlalu tinggi dapat berakibat campuran menjadi kaku dan menyebabkan campuran menjadi relatif lebih cepat retak. Stabilitas terjadi karena geseran antar butir, penguncian antar agregat dan daya ikat dari aspal.

Nilai stabilitas rata-rata campuran AC-BC pada campuran dengan kadar batu laterit 0%, 12,5%, 25%, 37,5%, 50% berturut-turut adalah 2300 kg, 2420 kg, 2050 kg, 1850 kg,



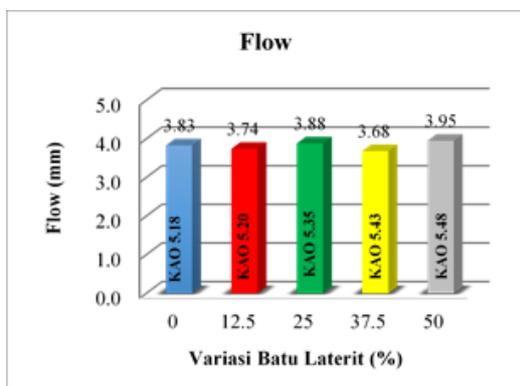
1980 kg.

Gambar 3. hubungan Stabilitas dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 3, menunjukkan bahwa nilai stabilitas mengalami penurunan dan kenaikan dari kondisi normal. Nilai stabilitas terendah diperoleh pada kadar 37.5% batu laterit yaitu sebesar 1850 kg dan nilai tertinggi diperoleh pada kadar 12.5% batu laterit yaitu sebesar 2420 kg. Namun setelah itu nilai stabilitas mengalami penurunan pada kadar 25% hingga 50%. Menurunnya stabilitas disebabkan oleh penambahan kadar batu laterit pada campuran yang mengakibatkan kurangnya interlocking antar agregat dengan batu laterit sehingga menyebabkan aspal tidak efektif lagi menyelimuti agregat yang dapat mengakibatkan nilai stabilitas turun.

Kelelahan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Kerapatan campuran yang baik, kadar aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai *flow*. Nilai *flow* yang rendah dapat mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan nilai *flow* yang tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami deformasi seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*).

Nilai *flow* rata-rata campuran AC-BC pada campuran dengan kadar batu laterit 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, 50% berturut-turut adalah 3.83 mm, 3.74 mm, 3.88 mm, 3.68 mm, 3.95 mm.



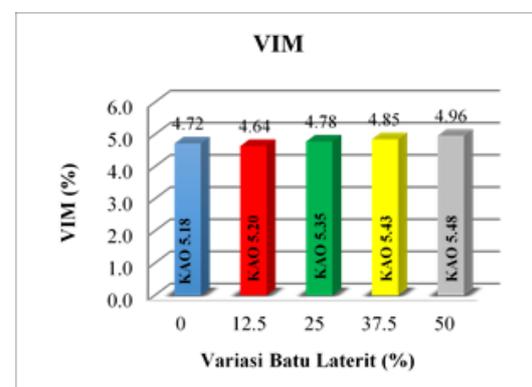
Gambar 4. hubungan *Flow* dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 4, menunjukkan bahwa nilai *flow* mengalami penurunan dan kenaikan dari

kondisi normal. Nilai *flow* tertinggi diperoleh pada kadar 50% batu laterit yaitu sebesar 3.95 mm, tetapi semua kadar batu laterit masih memenuhi syarat Spesifikasi Umum 2018 yaitu minimum 2.0 mm. Meningkatnya nilai *flow* rata-rata dapat disebabkan oleh semakin banyaknya kadar aspal yang diperlukan sehingga menjadikan sifat campuran bersifat plastis dan mudah berubah bentuk pada saat dibebani.

Campuran yang memiliki nilai *flow* terlalu tinggi dapat menyebabkan butiran agregat akan semakin mudah bergeser dari kedudukannya, hal tersebut menunjukkan bahwa sifat mengunci antar agregat rendah sehingga agregat mudah bergeser sewaktu dibebani lalu lintas. Akan tetapi jika dilakukan penambahan jumlah pemadatan akan mengubah campuran aspal semakin rapat hingga deformasi vertikal mengecil.

Rongga dalam campuran (VIM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara dapat mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran dan menyebabkan campuran bersifat porous. Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan *bleeding* karena suhu tinggi, maka viskositas aspal akan menurun sesuai

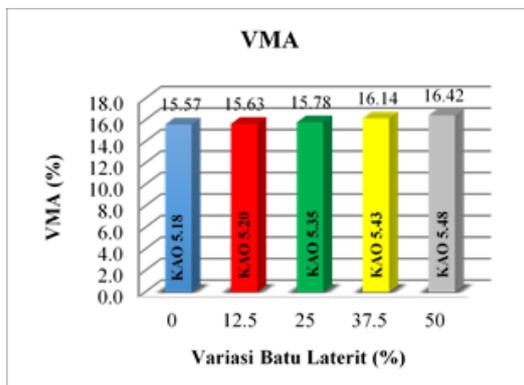


sifat termoplastisnya.

Gambar 5. hubungan VIM dengan variasi penggunaan batu laterit

Gambar 5, menunjukkan bahwa nilai VIM mengalami peningkatan dari kadar 0% batu laterit. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya kadar batu laterit menyebabkan aspal tidak optimum mengisi rongga pada agregat karena memiliki rongga yang lebih besar dan semakin sedikit kadar aspal yang terisi membuat campuran menjadi kurang rapat karena agregat yang saling *interconnected* dan pecah karena proses pemadatan yang kurang sempurna. Dari gambar diatas, nilai VIM pada semua variasi kadar batu laterit masih memenuhi persyaratan minimal 3% dan maksimal 5%.

Rongga antar butiran agregat (VMA) merupakan rongga udara yang ada diantara partikel campuran agregat aspal yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume campuran. Nilai VMA yang diharapkan dalam campuran beraspal yaitu seminimum mungkin, dengan tujuan untuk memberikan ruang yang cukup pada aspal agar dapat melekat pada agregat.

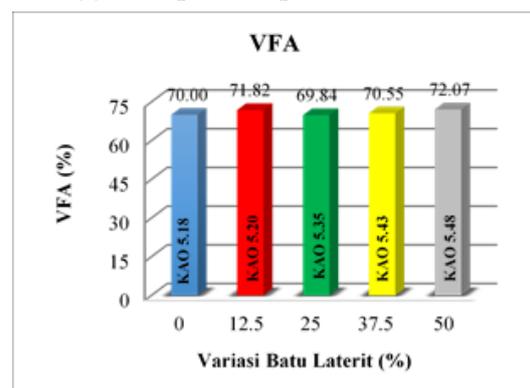


Gambar 6. hubungan VMA dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa pencampuran batu laterit sebagai substitusi pada agregat kasar menyebabkan nilai VMA mengalami kenaikan dari kondisi normal. Meningkatnya nilai VMA disebabkan bertambahnya kadar batu laterit sehingga aspal yang menyelimuti agregat dan batu laterit membentuk selimut yang tipis, akibatnya rongga antar agregat semakin besar. Hasil VMA tersebut masih memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga

2018 untuk campuran AC yaitu minimal 14%. Nilai VMA yang terlalu tinggi menunjukkan bahwa rongga udara antar mineral agregat lebih besar, kondisi ini akan menyebabkan perkerasan jalan tidak tahan lama.

Rongga terisi aspal (VFA) merupakan presentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal. Nilai VFA yang semakin tinggi berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara juga semakin tinggi, tetapi nilai VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan bleeding. Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi

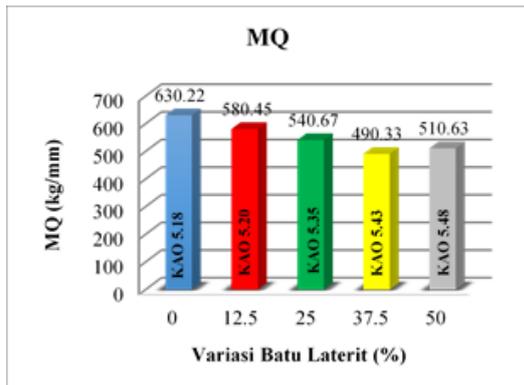


yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama.

Gambar 7. hubungan VFA dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 7, menunjukkan bahwa nilai VFA mengalami penurunan dan kenaikan dari kondisi normal yaitu 70%. Nilai pada kadar 12.5%, 25%, 37.5%, 50% batu laterit berurut yaitu sebesar 71.82%, 69.84%, 70.55%, 72.07%. Nilai VFA pada masing-masing kadar batu laterit masih memenuhi syarat spesifikasi umum 2018 yaitu sebesar minimal 65%. Nilai VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan bleeding.

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai Marshall Quotient akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* maka campuran yang dihasilkan semakin kaku, sebaliknya jika semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur.



Gambar 8. hubungan MQ dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 8, menunjukkan bahwa penggunaan batu laterit mengakibatkan nilai *Marshall Quotient* mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai *Marshall Quotient* tertinggi pada kadar 0% batu laterit yaitu sebesar 630.22 kg/mm. Sedangkan pada kadar 12.5%, 25%, 37.5% dan 50% mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan penurunan stabilitas yang seiring dengan meningkatnya nilai *flow* pada campuran. Penurunan nilai *Marshall Quotient* menunjukkan campuran cenderung menjadi lembek dan tidak getas bila campuran aspal mengalami peningkatan jumlah pemadatan. Semua nilai *Marshall Quotient* masih memenuhi persyaratan spesifikasi umum 2018 yaitu minimal 250 kg/mm.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) yang menggunakan batu laterit sebagai pengganti agregat kasar, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan sifat-sifat uji Marshall dari campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) dengan menggunakan campuran batu palu dengan batu laterit, yaitu:

- a. Nilai stabilitas mengalami kenaikan dan penurunan, nilai kenaikan tertinggi pada campuran kadar 12.5% batu laterit sebesar 2420 kg dan nilai terendah pada campuran kadar 37.5% batu laterit sebesar 1850 kg. Semua nilai stabilitas masih memenuhi batas yaitu minimal 800 kg.
 - b. Nilai kelelahan (*flow*) mengalami kenaikan dan penurunan, nilai kenaikan tertinggi pada campuran kadar 50% batu laterit yaitu sebesar 3.95 mm mendekati batas maksimal *flow* yaitu sebesar 4 mm dan nilai terendah pada campuran kadar 37.5% batu laterit yaitu sebesar 3.68 mm.
 - c. Nilai rongga dalam campuran (VIM) mengalami kenaikan dan penurunan nilai terendah pada campuran kadar 12.5% batu laterit yaitu sebesar 4.64% dan terus mengalami kenaikan sampai dengan campuran kadar 50% batu laterit yaitu sebesar 4.96% yang mendekati batas maksimal VIM yaitu 5%.
 - d. Nilai rongga antar agregat (VMA) mengalami kenaikan dari campuran kadar 0% batu laterit yaitu sebesar 15.57% sampai campuran kadar 50% batu laterit yaitu sebesar 16.42%.
 - e. Nilai rongga terisi aspal (VFA) mengalami penurunan dan kenaikan, nilai terendah pada campuran kadar 25% batu laterit sebesar 69.84% dan nilai tertinggi pada campuran 50% batu laterit yaitu sebesar 72.07%.
 - f. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang diperoleh mengalami penurunan dari campuran kadar 0% batu laterit yaitu 630.22 kg/mm sampai dengan campuran kadar 37.5% batu laterit yaitu 490.33 kg/mm.
2. Berdasarkan hasil pengujian campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) menggunakan batu Palu dengan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar diperoleh hasil kadar batu laterit optimum pada penambahan batu laterit 50% dengan nilai KAO sebesar 5.48% dan nilai sifat-sifat uji Marshall yaitu

stabilitas = 1980 kg, flow = 3.95 mm, VIM = 4.96%, VMA = 16.42%, VFA = 72.07%, dan MQ = 510 kg/mm. Semua nilai telah memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisai Nasional, RSNI M 01-2003, *Metode Pengujian Campuran Beraspal dengan Alat Marshall*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 1969-2016, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 2417-2016, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 2417-2008, 2008, *Metode Pengujian Abrasi dengan Mesin Los Angeles*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 2432-2011, *Metode Uji Daktilitas Aspal*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 2434-2011, *Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (ring and ball)*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 2441-2011, *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Keras*. 8
- Badan Standarisai Nasional, SNI 2456-2011, *Metode Uji Penetrasi Aspal*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI 3407:2008, 2008, *Metode Pengujian Sifat Kekakuan Agregat dengan Cara Perendaman menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat*.
- Badan Standarisai Nasional, SNI ASTM C117:2012, *Metode Uji untuk Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus*.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2018. *Spesifikasi Umum Divisi 6 Campuran Beraspal Panas*.
- Hendarsin, S, L, 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Palondongan, I., 2018, *Alternatif Penambahan Batu Laterit Sebagai Bahan Pemanding Pada Agregat Kasar Untuk Perkerasan Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Puslitbang Prasarana Transportasi, 2004. *Kinerja Dan spesifikasi Campuran Beraspal Panas*. Bandung