

Pengaruh Batu Laterit sebagai Material Substitusi Pengganti Agregat Kasar Terhadap Stabilitas Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)

Ashadi Putrawirawan¹, Ibayasid², Anung Sudiby³, Muhammad Abu Almkharrom³
Politeknik Negeri Samarinda

Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Lipan Kec. Samarinda Seberang
ashadi@polnes.ac.id¹, yasid@polnes.ac.id², bpk.anungsudiby³, almkharrom@gmail.com⁴

Abstract

East Kalimantan has a large potential for laterite stone, one of which is laterite from Manunggal Jaya Village, Tenggara Seberang District. Until now, the use of laterite as a coarse aggregate material in the asphalt concrete pavement mixture has not been optimally utilized. The purpose of this study was to determine the characteristics of Marshall and determine the optimum asphalt content from the use of laterite as a substitute for coarse aggregate so that laterite can be used as a highway construction material. In this study, Marshall specimens were made with variations of laterite as a substitute for coarse aggregate at levels 0%, 25%, 50%, 75% and 100% and the asphalt content of the plan was 4.5%, 5%, 5.5%, 6 %, and 6.5% which will then determine the optimum bitumen content, stability, flow, VIM, VMA, VFA and MQ in the Asphalt Concrete – Wearing Coarse (AC-WC). Based on the results of the study, it was found that the use of laterite stone as a substitute for coarse aggregate in AC-WC was a maximum of 75% and the optimum asphalt content value was 6.22% with Marshall characteristics including the stability value of 1480 kg, flow 3.85%, VIM 4.20%, VMA 16.40%, VFA 74.00% and MQ 390.00 kg / mm. The results showed that the AC-WC mixture with a substitute for coarse aggregate using laterite rock met the requirements for the AC-WC concrete asphalt layer.

Keywords : Laterite, , Asphalt Concrete – Wearing Coarse (AC-WC), Marshall, Optimum Asphalt Content

1. PENDAHULUAN

Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) merupakan lapisan perkerasan lentur (flexible pavement) yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapis aus. Campuran aspal AC-WC mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) biasanya menggunakan agregat batu dan aspal sebagai bahan penyusunnya. Umumnya di Samarinda dan Tenggara menggunakan agregat dari Palu. Harga batu Palu sampai di Samarinda dan Tenggara cukup mahal, maka dari itu dicoba menggunakan campuran agregat batu laterit dan batu Palu agar lebih murah atau ekonomis.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan suatu permasalahan, diantaranya Bagaimana pengaruh batu laterit sebagai substitusi agregat kasar yang berasal dari Desa Manunggal Jaya Kecamatan Tenggara Seberang terhadap sifat-sifat Marshall pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)? dan berapa nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) menggunakan Campuran batu Palu dengan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar yang berasal dari Kecamatan Tenggara Seberang? Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat Marshall dari campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) menggunakan Campuran batu Palu dengan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar yang berasal dari Kecamatan Tenggara Seberang serta mengetahui nilai kadar aspal optimum (KAO) pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) menggunakan Campuran batu Palu dengan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar yang berasal dari Kecamatan

Tenggarong Seberang. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa memberikan kontribusi yang besar bagi dunia ilmu pengetahuan sehingga material batu laterit bisa bernilai ekonomis dan dapat dimanfaatkan secara luas sebagai sumber daya alam yang melimpah dan secara tidak langsung akan memberikan dampak yang baik terhadap pertumbuhan ekonomi masyarakat yang berkelanjutan (*sustainable*) terutama yang berada di daerah yang menghasilkan batu laterit tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapis Aspal Beton (Laston)

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 dalam keadaan panas dan dipadatkan pada suhu tertentu (Sukirman, 2003). 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*)

2.2 Campuran Laston Asphalt Concrete- Wearing Course (AC-WC)

Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, AC-WC dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. AC-WC mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Menurut spesifikasi teknis 2018 bahwa tebal nominal minimum lapisan ini adalah 4 cm. Lapisan AC-WC berfungsi untuk mengurangi tegangan dan menahan beban maksimum akibat beban lalu lintas, sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

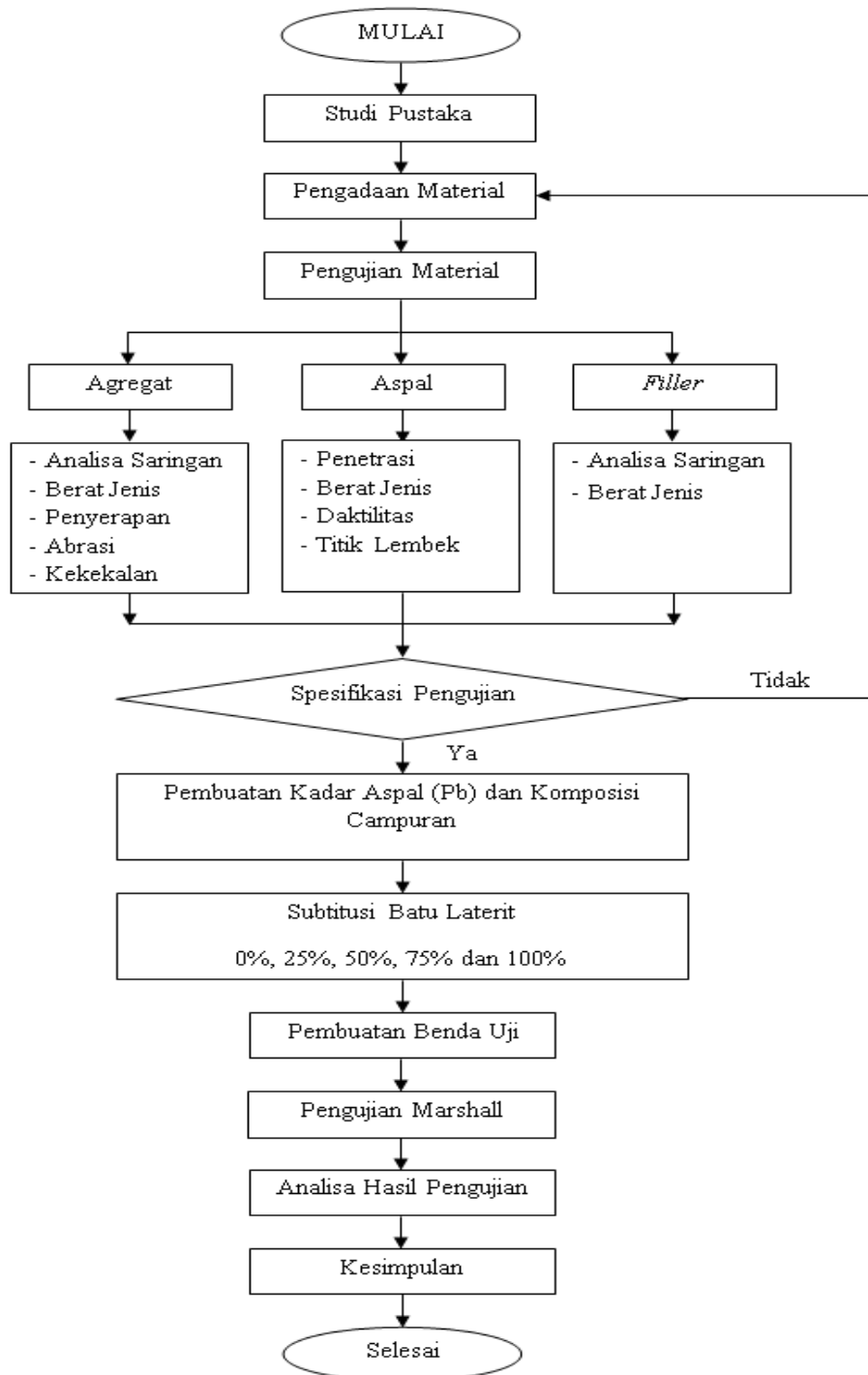
2.3 Batu Laterit

Batu laterit adalah tanah yang mengeras dengan terbentuk secara alami menyerupai batu dari 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. Batu laterit banyak ditemui di wilayah beriklim tropis yang panas dan lembab. akibat dari kandungan oksida besi dan nikel yang begitu banyak sehingga menjadikan tanah laterit mengeras menyerupai batu. Komposisi mineral dan kimia di dalam batu laterit sangat berpengaruh pada batuan induknya, laterit umumnya mengandung sejumlah besar kwarsa dan oksida titanium, zirkon, besi, timah, mangan dan aluminium, yang tertinggal dari proses pengausan (<https://id.wikipedia.org>). Di Indonesia khususnya wilayah Kalimantan Timur merupakan salah satu daerah yang kaya akan batu laterit. Salah satu pemanfaatan dalam perkerasan jalan digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal untuk mengurangi pemakaian dari abu batu dan semen yang dari segi ekonomis lebih murah serta banyak tersedia di beberapa tempat lokasi yang ada di provinsi Kalimantan Timur.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Politeknik Negeri Samarinda yang menjadi acuan standarnya yaitu Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (Bina Marga 2018). Agregat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu agregat kasar, agregat halus dan batu laterit. Agregat kasar berupa batu ukuran 1/2” dan 3/8”, agregat halus berupa abu batu dan pasir Palu, sedangkan batu laterit yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar yang berasal dari Kecamatan Tenggarong Seberang, serta *filler* berupa semen PCC. Pada penelitian ini digunakan lapis aspal beton *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)* dengan menggunakan batu

laterit sebagai pengganti agregat kasar pada kadar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% serta kadar aspal yang digunakan 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5%. Adapun bagan alir penelitian seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan 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%, 6.5% dan 5 variasi kadar batu laterit 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. 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. 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).

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium pengujian aspal didapatkan nilai berat jenis, penetrasi, titik lembek dan daktilitas memenuhi persyaratan aspal pen 60/70, kemudian hasil pengujian sifat fisik agregat yang memenuhi syarat spesifikasi teknis dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal

| Sifat | Hasil | Syarat |
|--------------|-------|------------------------------|
| Berat jenis | 1,02 | Minimal 1 |
| Penetrasi | 64,4 | 60 -70 mm |
| Daktilitas | 133 | Min. 100 mm |
| Titik lembek | 50,75 | Minimal 48°C |

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

| No | Pengujian | Batu 1/2" | Chipping 3/8" |
|----|-------------------|-----------|---------------|
| 1 | Berat jenis | | |
| | <i>a. Bulk</i> | 2,69 | 2,64 |
| | <i>b. SSD</i> | 2,71 | 2,69 |
| | <i>c. Aparent</i> | 2,76 | 2,79 |
| 2 | Absorpsi | 0,83% | 1,94% |
| 3 | Abrasi | 22,72% | 24,21% |

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

| No | Pengujian | Pasir | Abu batu |
|----|-------------------|-------|----------|
| 1 | Berat jenis | | |
| | <i>d. Bulk</i> | 2,56 | 2,66 |
| | <i>e. SSD</i> | 2,59 | 2,68 |
| | <i>f. Aparent</i> | 2,64 | 2,73 |
| 2 | Absorpsi | 1,22% | 0,91% |

Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Jenis *Filler*

| No | Pengujian | Spesifikasi | Hasil |
|----|-----------|-------------|-------|
| 1 | Semen | Minimal 1 | 3,048 |

Tabel 5. Hasil Pengujian Batu Laterit

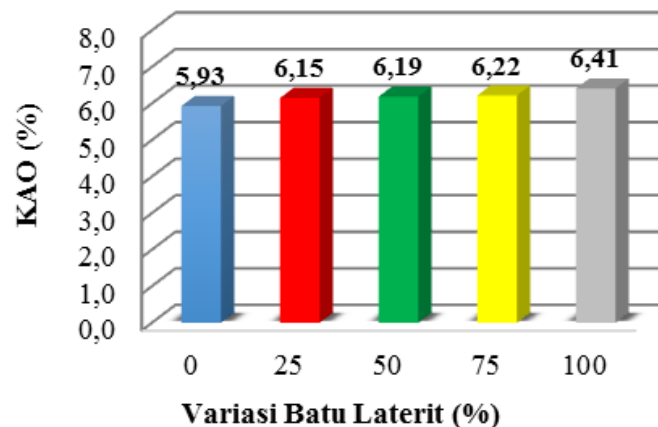
| No | Pengujian | Hasil | Spesifikasi |
|----|--------------------|--------|--------------|
| 1 | Berat jenis | | |
| | <i>g. Bulk</i> | 2,54 | Minimal 2,5 |
| | <i>h. SSD</i> | 2,74 | Minimal 2,5 |
| | <i>i. Aparent</i> | 2,78 | Minimal 2,5 |
| 2 | Absorpsi | 1,92% | Maksimal 3% |
| 3 | Abrasi | | |
| | <i>j. Metode B</i> | 33,68% | Maksimal 40% |
| | <i>k. Metode C</i> | 38,60% | Maksimal 40% |

Tabel 6. Nilai Karakteristik Campuran AC-WC

| Karakteristik Campuran | Batu Laterit (%) | | | | | Persyaratan Campuran |
|------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | |
| Stabilitas (kg) | 2100 | 1540 | 1580 | 1480 | 1010 | Min. 1000 |
| Flow (mm) | 3.85 | 3.55 | 3.90 | 3.85 | 4,15 | Min. 3.00 |
| VIM (%) | 4.90 | 4.65 | 4.10 | 4.20 | 3.50 | 3 - 5 |
| VMA (%) | 16.95 | 17.00 | 16.40 | 16.40 | 16.10 | Min. 14 |
| VFA (%) | 71,00 | 72.50 | 76.00 | 74.00 | 78.00 | Min. 65 |
| MQ (kg/mm) | 570 | 440 | 400 | 390 | 235 | Min. 250 |

4.1 Kadar aspal optimum (KAO)

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 batu laterit 0% yaitu 5,93%, batu laterit 25% yaitu 6.15%, batu laterit 50% yaitu 6.19%, batu laterit 75% yaitu 6.22% dan batu laterit 100% yaitu 6.41%



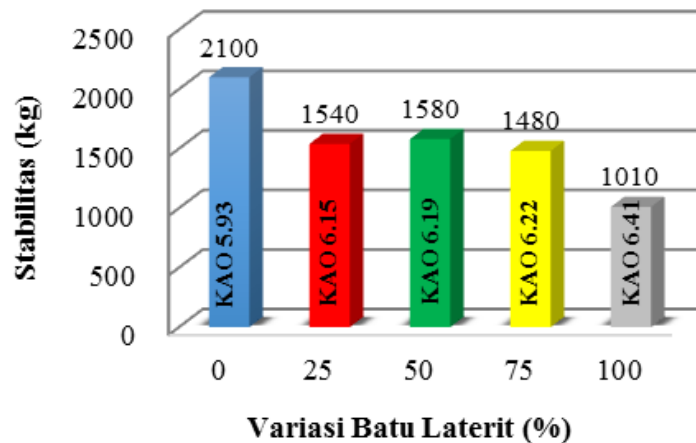
Gambar 2. Hubungan kadar aspal optimum dengan variasi penggunaan batu laterit

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, maka ini berarti penggunaan batu laterit mempengaruhi nilai KAO

4.2 Stabilitas

Stabilitas campuran mengidentifikasi kemampuan lapis perkerasan jalan dalam 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-WC pada campuran

dengan kadar batu laterit 0%, 25%, 50%, 75%, 100% berturut-turut adalah 2100 kg, 1540 kg, 1580 kg, 1480 kg, 1010 kg



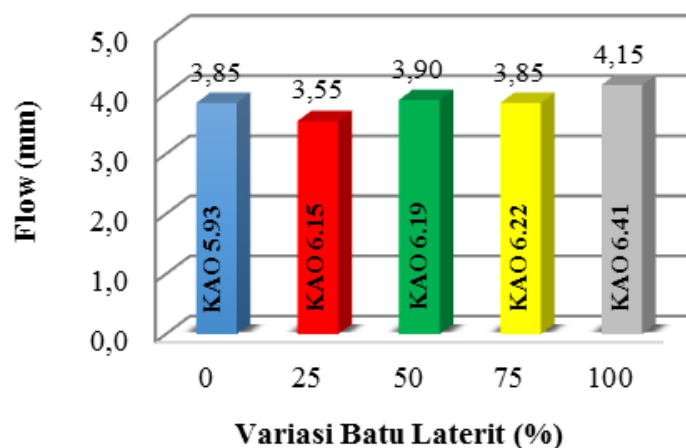
Gambar 3. Hubungan Stabilitas dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai stabilitas mengalami penurunan dan kenaikan dari kondisi normal. Nilai stabilitas terendah diperoleh pada kadar 100% batu laterit yaitu sebesar 1010 kg dan nilai tertinggi diperoleh pada kadar 50% batu laterit yaitu sebesar 1580 kg. Namun setelah itu nilai stabilitas mengalami penurunan pada kadar 50% hingga 100%. 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.

4.3 Kelelahan (*Flow*)

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-WC pada campuran dengan kadar batu laterit 0%, 25%, 50%, 75%, 100% berturut-turut adalah 3.85 mm, 3.55 mm, 3.90 mm, 3.85 mm, 4.15 mm.

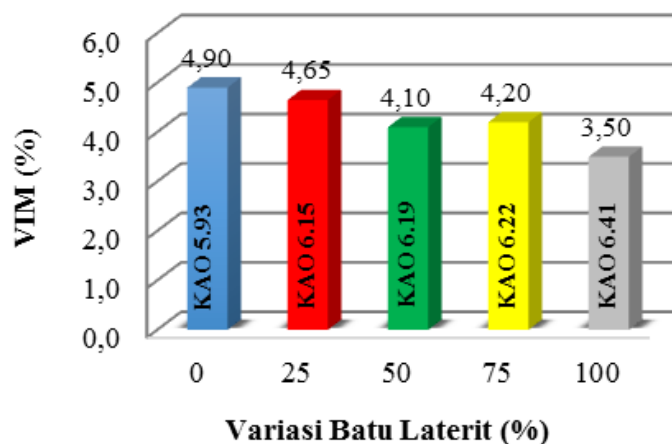


Gambar 4. hubungan *Flow* dengan variasi penggunaan batu laterit

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 3.90 mm, tetapi kadar batu laterit 100% yaitu sebesar 4.15 mm tidak memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimum 2.0 mm dan maksimum 4.0 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.

4.4 Rongga Dalam Campuran (VIM)

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

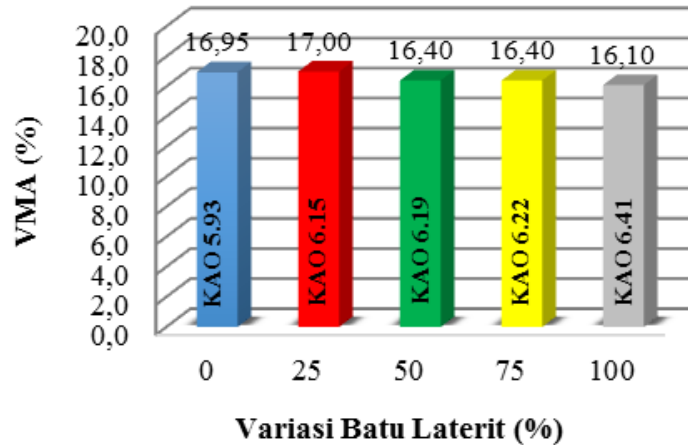


Gambar 5. hubungan VIM dengan variasi penggunaan batu laterit

Gambar 5, menunjukkan bahwa nilai VIM mengalami penurunan dari kadar 0% batu laterit. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya kadar batu laterit menyebabkan aspal mengisi rongga pada agregat karena memiliki rongga yang lebih kecil dan semakin banyak kadar aspal yang terisi membuat campuran menjadi rapat. Dari gambar diatas, nilai VIM pada semua variasi kadar batu laterit masih memenuhi persyaratan minimal 3% dan maksimal 5%.

4.5 Rongga antar butiran agregat (VMA)

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.

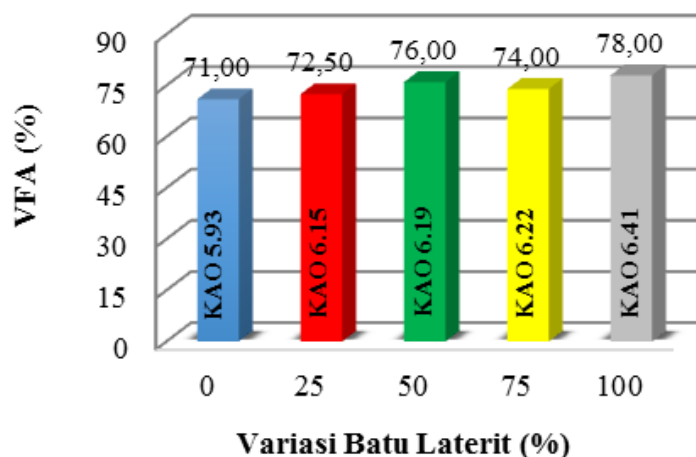


Gambar 6. Hubungan VMA dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa pencampuran batu laterit sebagai substitusi pada agregat kasar menyebabkan nilai VMA mengalami penurunan dari penggunaan batu laterit 25%. Nilai VMA pada penggunaan batu laterit 0%, 25%, 50%, 75%, 100% berurutan 16.95%, 17.00%, 16.40%, 16.40%, 16.10%. Menurunnya nilai VMA disebabkan bertambahnya kadar batu laterit sehingga aspal yang menyelimuti agregat dan batu laterit membentuk selimut yang cukup tebal, akibatnya rongga antar agregat semakin kecil. 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.

4.6 Rongga terisi aspal (VFA)

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.



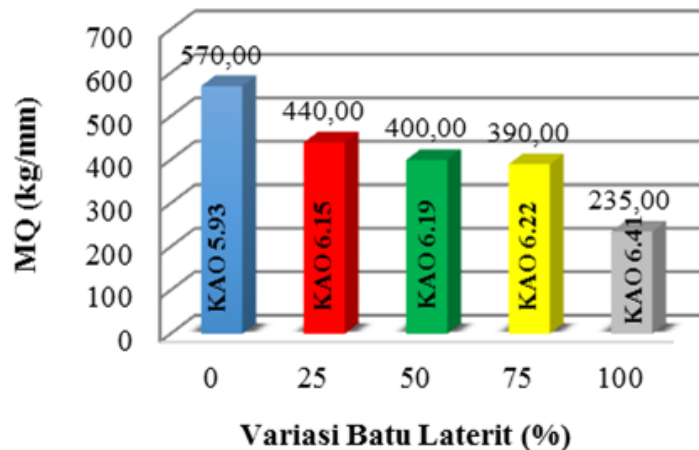
Gambar 7. hubungan VFA dengan variasi penggunaan batu laterit

Pada Gambar 7, menunjukkan bahwa nilai VFA mengalami kenaikan dan penurunan dari kondisi normal yaitu 71%. Nilai pada kadar 25%, 50%, 75%, 100% batu laterit berurut yaitu sebesar 72.50%, 76.00%, 74.00%, 78.00%. 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*.

4.7 Marshall Quotient (MQ)

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 570.00 kg/mm. Sedangkan pada kadar 25%, 50%, 75% dan 100% mengalami penurunan. Nilai *Marshall Quotient* pada kadar 100% batu laterit yaitu sebesar 235.00 kg/mm tidak memenuhi persyaratan spesifikasi umum 2018 yaitu minimal 250 kg/mm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap pengaruh penambahan variasi kadar batu laterit sebagai bahan substitusi agregat kasar pada campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan sifat-sifat uji Marshall dari campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan menggunakan campuran batu palu dengan batu laterit, yaitu:
 - a. Nilai mengalami penurunan dan kenaikan, nilai kenaikan tertinggi pada campuran kadar 0% batu laterit sebesar 2100 kg dan nilai terendah pada campuran kadar 100% batu laterit sebesar 1010 kg. Semua nilai stabilitas masih memenuhi batas yaitu minimal 800 kg.
 - b. Nilai kelelahan (*flow*) mengalami penurunan dan kenaikan, nilai kenaikan tertinggi pada campuran kadar 100% batu laterit yaitu sebesar 4.15 mm melewati batas maksimal *flow* yaitu sebesar 4 mm dan nilai terendah pada campuran kadar 25% batu laterit yaitu sebesar 3.55 mm.
 - c. Nilai rongga dalam campuran (VIM) mengalami penurunan dan kenaikan, nilai terendah pada campuran kadar 100% batu laterit yaitu sebesar 3.50% dan nilai tertinggi pada campuran kadar 0% batu laterit yaitu sebesar 4.90% yang mendekati batas maksimal VIM yaitu 5%.

- d. Nilai rongga antar agregat (VMA) mengalami penurunan dari campuran kadar 25% batu laterit yaitu sebesar 17,00% sampai campuran kadar 100% batu laterit yaitu sebesar 16.10%.
 - e. Nilai rongga terisi aspal (VFA) mengalami kenaikan dan penurunan, nilai terendah pada campuran kadar 0% batu laterit sebesar 71.00% dan nilai tertinggi pada campuran 100% batu laterit yaitu sebesar 78.00%.
 - f. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang diperoleh mengalami penurunan, nilai tertinggi pada campuran kadar 0% batu laterit yaitu 570.00 kg/mm dan nilai terendah pada campuran kadar 100% batu laterit yaitu 235.00 kg/mm kurang dari persyaratan minimal MQ yaitu 250 kg/mm.
2. Berdasarkan hasil pengujian campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) menggunakan batu Palu dengan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar diperoleh hasil kadar batu laterit optimum pada penambahan batu laterit 75% dengan nilai KAO sebesar 6.22% dan nilai sifat-sifat uji Marshall yaitu stabilitas = 1480 kg, flow = 3.85 mm, VIM = 4.20%, VMA = 16.40%, VFA = 74.00%, dan MQ = 390 kg/mm

5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan membuat variasi komposisi batu laterit yang berbeda dan dari area yang lain, dapat dilanjutkan dengan mempertimbangkan factor ekonomi serta dapat diaplikasikan di lapangan dengan penggunaan agregat batu laterit maksimum 75%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2417-2016, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1969-2016, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2456-2011, *Metode Uji Penetrasi Aspal*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2441-2011, *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Keras*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2434-2011, *Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (ring and ball)*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2432-2011, *Metode Uji Daktilitas Aspal*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI ASTM C117:2012, *Metode Uji untuk Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2417-2008, 2008, *Metode Pengujian Abrasi dengan Mesin Los Angeles*.
- Badan Standarisasi Nasional, RSNI M 01-2003, *Metode Pengujian Campuran Beraspal dengan Alat Marshall*.
- 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
- Putrawirawan, A, dkk, 2018, *Alternatif Penambahan Batu Laterit Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Pada Perkerasan Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC)*, Prossiding Seminar Nasional Teknologi Terapan (SNITT) POLTEKBA, 212-218.
- Putrawirawan, A, dkk, 2019, *Kajian Penggunaan Batu Laterit dari Kecamatan Tenggarong Seberang Pada Campuran Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC)*, Prossiding Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M-PNUP), 88-95.
- Sukirman, S, 2003 *Beton Aspal Campuran*, Granit, Jakarta