

Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston

Rais Rachman

Universitas Kristen Indonesia Paulus; Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13; telp. 0411 582825
Program Studi Teknik Sipil, FTEKNIK UKIPaulus
e-mail: rais.rachman@gmail.com

Abstract

Mount Bottomale is located in the District Tondon, South Sulawesi Province which is an area that has a source of material in the form of mountain rocks. The material contained in this mountain is very potential with a considerable amount in supporting the development of the main road construction in the area. Access road to the material collection can be traversed by using two-wheeled and four-wheeled vehicles, although the access road to the location there are still some road damage. This study aims to examine the use of rock material Bottomale Mountain, as a mixture of Laston for AC-WC and AC-BC, with testing conducted on the characteristics of the material with asphalt content variation of 5%, 5.25%, 5.5%, 5.75%, 6%, 6.25% and 6.5%. Tests conducted on Marshall Conventional and Marshall Immertion. The results of the study show the use of the material of Mount Bottomale for AC-WC with asphalt content of 6.5% and AC-BC with asphalt content of 5%, resistant to deformation of traffic loads and not changing shape, pavement is not easily cracked because it is not rigid, does not easily occur bleeding, waterproof, has a high durability and is able to prevent wear due to the influence of traffic, the influence of weather and temperature changes during the life of the plan

Keywords: Utilization, Bottomale, AC-WC, AC-BC.

Abstrak

Gunung Bottomale terletak di Kecamatan Tondon, Provinsi Sulawesi Selatan yang merupakan daerah yang memiliki sumber material berupa batu gunung. Material yang terdapat pada gunung ini sangat potensial dengan jumlah yang cukup banyak dalam menunjang pembangunan utamanya pembangunan jalan di daerah tersebut. Akses jalan menuju pengambilan material dapat dilalui dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun beroda empat, walaupun akses jalan menuju lokasi masih terdapat beberapa kerusakan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penggunaan material batu Gunung Bottomale sebagai campuran Laston untuk AC-WC dan AC-BC, dengan pengujian dilakukan terhadap karakteristik material dengan variasi kadar aspal 5%, 5,25%, 5,5%, 5,75%, 6%, 6,25% dan 6,5%. Pengujian dilakukan terhadap Marshall Konvensional dan Marshall Immertion. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan material batu gunung Botomale untuk AC-WC dengan kadar aspal 6,5% dan AC-BC dengan kadar aspal 5%, tahan terhadap deformasi terhadap beban lalu lintas dan tidak mengalami perubahan bentuk, perkerasan tidak mudah retak karena tidak kaku, tidak mudah terjadi bleeding, kedap air, mempunyai keawetan yang tinggi serta mampu untuk mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu selama umur rencananya

Kata kunci : Pemanfaatan, Bootomale, AC-WC, AC-BC.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Toraja Utara merupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki beberapa sumber material yang digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan. Material sebagai bahan konstruksi utamanya bahan untuk perkerasan jalan didatangkan dari wilayah kabupaten disekitarnya. Kebutuhan material yang begitu besar akan menyebabkan wilayah disekitar kabupaten Toraja Utara deposit material akan semakin berkurang. Jika tidak ada upaya mencari sumber-sumber material alternatif, dikhawatirkan kedepan daerah ini harus mendatangkan material-material tersebut dari daerah yang lebih jauh lagi tentunya membutuhkan biaya yang relatif tinggi.

Gunung Bottomale terletak di kecamatan Tondon, Sulawesi Selatan yang merupakan daerah yang memiliki sumber material berupa batu gunung. Material yang terdapat pada gunung ini sangat potensial dengan jumlah yang cukup banyak dalam menunjang pembangunan utamanya pembangunan jalan di daerah tersebut. Akses jalan menuju pengambilan material dapat dilalui dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun beroda empat, walaupun akses jalan menuju lokasi masih terdapat beberapa kerusakan jalan.

Lapisan aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu, ciri lainnya adalah memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku, sesuai fungsinya Laston (AC) terbagi atas AC-WC, AC-BC dan AC-Base[1]. Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (*skid resistance*), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*)[2]. Untuk mendapatkan mutu aspal beton yang baik, dalam proses perencanaan campuran harus memperhatikan karakteristik campuran aspal beton diantaranya adalah durabilitas yaitu ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air, perubahan suhu, maupun keausan akibat gesekan roda kendaraan[3]. Durabilitas merupakan kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas, gesekan, serta keausan akibat cuaca dan iklim sedangkan permeabilitas adalah kemampuan permukaan perkerasan untuk menahan rembesan air ke dalam perkerasan, selain itu volume pori dalam campuran merupakan salah satu karakteristik AC-WC yang amat penting dalam kaitannya dengan tingkat kedap terhadap air dalam lapis perkerasan[4]. Pemadatan Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) merupakan proses pemampatan sehingga diperoleh kekuatan dan stabilitas serta rongga yang cukup pada campuran beraspal. Proses pemadatan di lapangan dilakukan dengan menggunakan roller tandem, sedangkan untuk perancangan campuran di laboratorium, proses pemadatan disimulasikan dengan membebani campuran di dalam cetakan (*mold*)[5]. AC adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan bahan pengikat dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas [6].

Beberapa peneliti sebelumnya yang meneliti pemanfaatan material lokal untuk campuran Aspal Beton (AC) antara lain Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC [7]. Uji Karakteristik Marshall Campuran Laston AC-BC Menggunakan Material Batu Kapur Dan Variasi Aspal Kabungka Dengan Kadar Aspal [8]. Pemanfaatan material lokal quarry longalo sebagai bahan lapis pondasi atas jalan raya [9]. Studi eksperimen penggunaan variasi agregat bantak (merapi) dan material lokal menggunakan bitumen shell (singapore) pada lalu lintas berat [10]. Pengujian Material Lokal sebagai Bahan Perkerasan Jalan di Pulau Terpencil dan Terluar [11].

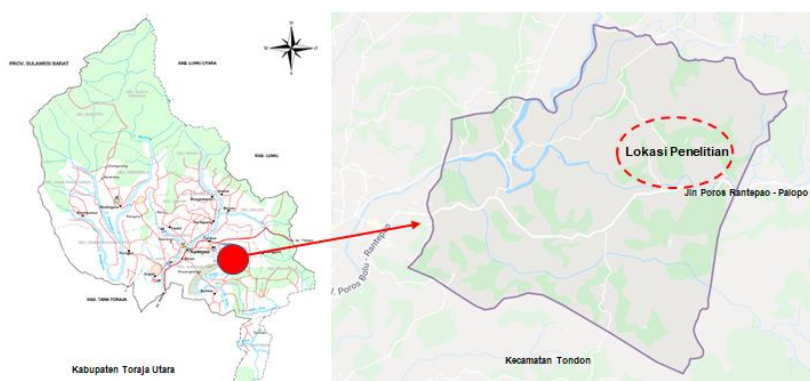
Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penggunaan material batu Gunung Bottomale Kecamatan Tondon Kabupaten Toraja Utara sebagai campuran Laston untuk AC-WC dan AC-BC, dengan pengujian dilakukan terhadap karakteristik material dengan variasi kadar aspal 5%,

5,25% 5,5%, 5,75%, 6%, 6,25% dan 6,5%. Pengujian dilakukan terhadap Marshall Konvensional dan Marshall Immertion.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi tempat pengambilan material diambil dari Gunung Bottomale, Kelurahan Tondok Batu, Kecamatan Tondon Kabupaten Toraja Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2. Metode Eperimental

2.2.1. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik agregat meliputi analisa saringan (SNI ASTM C136:2012), pemeriksaan berat jenis curah (bulk) dan penyerapan air agregat kasar (SNI 1969:2016) dan agregat halus (SNI 1970:2016), pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4428-1997), pengujian keausan (abration) dengan mesin los angeles (SNI 2417:2008), pemeriksaan partikel pipih dan lonjong (ASTM D4791-10), pengujian kelekatan agregat terhadap aspal (SNI 2439:2011), pengujian agregat lolos ayakan No.200 / 0,075 mm (SNI ASTM C117:2012).

2.2.2. Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Pemeriksaan karakteristik aspal meliputi, pengujian penetrasi pada 25°C (SNI 2456:2011), pengujian titik nyala (°C) (SNI 2433:2011), pengujian titik lembek (°C) (SNI 2434:2011), pengujian berat jenis (SNI 2441:2011), pengujian daktilitas pada 25°C (SNI 2432:2011), pengujian berat yang hilang (%) (SNI-06-2441-1991).

2.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis Filler

Pengujian Berat Jenis Filler mengacu pada standar rujukan SNI ASTM C136 : 2012 Maksud dari pengujian ini ialah dapat menentukan berat jenis filler yang digunakan sebagai bahan pengisi campuran aspal.

2.2.4 Rancangan Komposisi Campuran

Perencanaan campuran Laston yang digunakan berdasarkan metode grafis dan analitis yaitu dengan menggunakan tabel batasan spesifikasi gradasi campuran lalu menentukan gradasi ideal yaitu nilai tengah dari masing-masing batasan spesifikasi gradasi. Selanjutnya menghitung proporsi dari setiap fraksi yaitu fraksi kasar, fraksi halus dan fraksi filler serta kebutuhan aspal campuran. Rancangan campuran seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Komposisi Campuran

| Material | Komposisi Campuran AC-WC (%) | | | | | | |
|---------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Agregat Kasar | 43,18 | 43,09 | 43,00 | 42,91 | 42,82 | 42,73 |
| Agregat Halus | 46,27 | 46,14 | 46,00 | 45,86 | 45,73 | 45,59 | 45,45 |
| Filler | 5,55 | 5,52 | 5,50 | 5,48 | 5,45 | 5,43 | 5,41 |
| Kadar Aspal | 5,00 | 5,25 | 5,50 | 5,75 | 6,00 | 6,25 | 6,50 |
| | Komposisi Campuran AC-WC (%) | | | | | | |
| Agregat Kasar | 43,18 | 43,09 | 43,00 | 42,91 | 42,82 | 42,73 | 42,64 |
| Agregat Halus | 46,27 | 46,14 | 46,00 | 45,86 | 45,73 | 45,59 | 45,45 |
| Filler | 5,55 | 5,52 | 5,50 | 5,48 | 5,45 | 5,43 | 5,41 |
| Kadar Aspal | 5,00 | 5,25 | 5,50 | 5,75 | 6,00 | 6,25 | 6,50 |

2.2.5 Pembuatan Benda Uji.

Benda uji yang digunakan dalam pengujian Marshall ini adalah 42 buah, bahan yang digunakan dalam campuran AC-WC adalah 21 buah dan AC-BC adalah 21 buah. Untuk pengujian Marshall Immersion menggunakan 6 buah dimana untuk campuran AC-WC adalah 3 buah dan AC-BC adalah 3 buah. Komposisi benda uji dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Benda Uji

| Kadar Aspal | AC-WC | | AC-BC | |
|-------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | Jumlah Benda Uji | | Jumlah Benda Uji | |
| | <i>Marshall Konvensional</i> | <i>Marshall Immersion</i> | <i>Marshall Konvensional</i> | <i>Marshall Immersion</i> |
| | (buah) | (buah) | (buah) | (buah) |
| 5,00% | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 5,25% | 3 | | 3 | |
| 5,50% | 3 | | 3 | |
| 5,75% | 3 | | 3 | |
| 6,00% | 3 | | 3 | |
| 6,25% | 3 | | 3 | |
| 6,50% | 3 | | 3 | |
| Total | 21 | 3 | 21 | 3 |

2.2.6. Pengujian Marshall Konvesional

Pengujian ini untuk mendapatkan nilai stabilitas, kelelahan (Flow), Marshall Quotion (MQ), rongga terisi aspal (VFB), rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA). Hasil pengujian berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan [12].

2.2.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum didapatkan dari nilai rata-rata tertinggi dari grafik hubungan stabilitas, kepadatan campuran yang dipadatkan dengan kadar aspal. Kadar aspal praktis dalam campuran beton aspal yaitu kadar aspal yang memenuhi semua kriteria atau karakteristik.

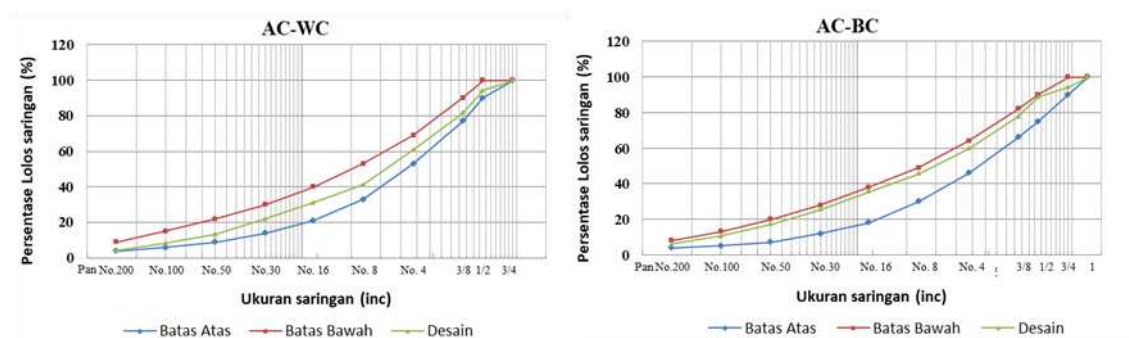
2.2.8. Marshall Immersion

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan campuran terhadap lama perendaman, suhu, dan air. Untuk prosedur pelaksanaan pengujian sama dengan prosedur pengujian pada Marshall standar untuk campuran Hot mix, hanya perbedaannya terletak pada lama perendaman yaitu pada Marshall Immersion lama perendaman adalah 24 jam pada suhu 60oC. Hasil dari pengujian ini adalah rasio stabilitas. Rasio tersebut membandingkan stabilitas dari benda uji Marshall setelah direndam dalam suhu 60oC dalam waterbath selama 24 jam terhadap stabilitas benda uji Marshall dengan perendaman 30 menit yang biasa disebut Indeks Perendaman (IP) atau Indek Kekuatan Sisa (IKS).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Agregat

Gambar 2 memperlihatkan hasil uji analisa saringan dimana gradasi agregat berada diantara batas atas dan batas bawah.



Gambar 2. Hasil pengujian Analisa Saringan

Hasil pengujian keausan agregat diperoleh nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan dari Fraksi A adalah 26,6 %, Fraksi B adalah 28,40 %, Fraksi C adalah 20,80 % dan Fraksi D adalah 23,76 standar spesifikasi yaitu dengan nilai maksimum 40%. Hasil pengujian Kelekatan Aspal diperoleh nilai kelekatan aspal sebesar 98,00 dimana spesifikasi yaitu minimum 95%. Dari hasil pengujian material lolos saringan No. 200 diperoleh hasil 6,1 dimana spesifikasi adalah maksimal 10%. Hasil pengujian kadar lumpur dengan menggunakan 2 (dua) sampel diperoleh hasil rata-rata untuk nilai sand equivalen (SE) adalah 97,68% dan kadar lumpur 2,32%. Keduanya memenuhi Spesifikasi yaitu minimal 60% untuk Sand Equivalen dan

maksimal 5% untuk kadar lumpur. Hasil pengujian partikel kepipihan dan kelonjongan agregat kasar diperoleh partikel pipih yaitu 6,88%, 8,90%, 7,28%, dan 0,00%. Dan partikel lonjong yaitu 9,00%, 8,55%, 7,28% dan 6,67% kedua nilai tersebut telah memenuhi Spesifikasi yaitu maksimal 10%.

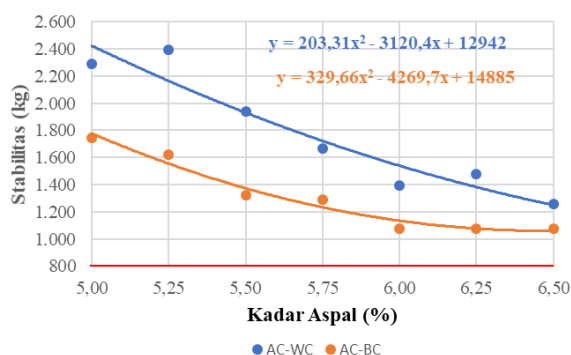
3.2. Karakteristik Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini untuk pembuatan campuran AC-WC dan AC-BC adalah aspal minyak penetrasi 60/70. Hasil pengujian penetrasi diperoleh hasil penetrasi adalah 66,8 mm, spesifikasi yaitu minimal 60 mm dan maksimum 79 mm. Hasil pengujian titik lembek aspal didapatkan nilai rata-rata 50,5°C dimana spesifikasi yaitu 48–58°C. Hasil pengujian titik nyala didapatkan nilai rata-rata 300°C, spesifikasi yaitu Min 200°C. Hasil pengujian berat yang hilang didapatkan nilai rata-rata 0,14%, spesifikasi yaitu Maks 0,8%. Hasil pengujian penetrasi setelah kehilangan berat aspal didapatkan nilai rata-rata 98,50%, spesifikasi yaitu Min 54 % dari penetrasi sebelum kehilangan berat. Hasil pengujian daktilitas didapatkan nilai rata-rata 119,67 cm, spesifikasi yaitu Min 100 cm. Hasil pengujian daktilitas didapatkan nilai rata-rata 1,044 gr/cc sedangkan syarat yang ditentukan dalam Spesifikasi yaitu Min 1,0 gr/cc.

3.3. Marshall Konvensional

3.3.1. Stabilitas

Hasil analisis stabilitas dibuatkan grafik regresi hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal dengan menggunakan program Exel didapatkan kurva dan persamaan garis untuk campuran AC-WC dan AC-BC seperti pada gambar 3.

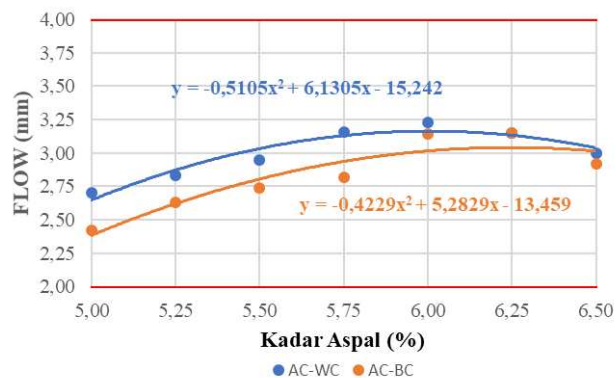


Gambar 3. Hubungan antara Stabilitas dengan Kadar aspal

Persamaan regresi pada gambar 3 untuk campuran AC-WC dimana dengan kadar aspal 5% didapatkan nilai stabilitas 2422,75 kg, penambahan kadar aspal 5,25% nilai stabilitas menurun menjadi 2163,63kg, penambahan kadar aspal 5,5% stabilitas semakin berkurang dengan nilai 1.929,93 kg. Penambahan kadar aspal 5,75%, nilai stabilitas semakin menurun menjadi 1.721,64 kg, penambahan kadar aspal 6% nilai stabilitas menjadi 1.538,76 kg sampai dengan penambahan kadar aspal 6,5% nilai stabilitas semakin menurun menjadi 1.249,25 kg. Demikian pula untuk campuran AC-BC juga grafik yang ditunjukkan cenderung makin menurun seiring dengan penambahan kadar aspal yang ditambahkan. Pada campuran AC-BC untuk kadar aspal 5% nilai stabilitas 1.778,00 kg sampai penambahan kadar aspal 6,5% nilai stabilitas 1.060,09 kg. Walaupun kecenderungan grafik regresi menurun tapi masih dalam batas toleransi spesifikasi yaitu minimum 800 kg.

3.3.2. Kelelahan (Flow)

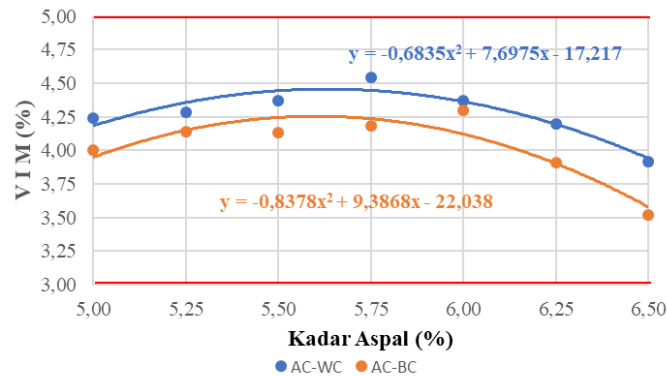
Hasil analisis flow dari pengujian marshall konvensional dibuatkan grafik hubungan antara flow dengan kadar aspal didapatkan persamaan garis regresi seperti pada gambar 4. Dari persamaan garis campuran AC-WC didapatkan hubungan antara flow dengan kadar aspal 5% didapatkan nilai flow 2,65 mm, untuk kadar aspal 5,25% nilai flow 2,87mm, nilai flow ini cenderung naik sampai dengan pemakaian kadar aspal 6% yaitu 3,16 mm kemudian menurun sampai dengan pemakaian kadar aspal 6,5% yaitu 3,04 mm. Kecenderungan grafik pada campuran AC-BC nilai flow semakin bertambah ini terlihat dari kadar aspal 5% adalah 2,38mm sampai dengan kadar aspal 6,5% menjadi 3,01mm.



Gambar 4. Hubungan antara Kelelahan dengan Kadar aspal

3.3.3. Rongga dalam Campuran (VIM)

Hasil pengujian rongga dalam campuran untuk campuran AC-WC dan AC-BC, hubungan antara nilai rongga dalam campuran terhadap pemakaian kadar aspal didapatkan persamaan regresi seperti pada gambar 5. Persamaan regresi untuk campuran AC-WC dimana pemakaian kadar aspal 5% nilai VIM adalah 4,18% untuk pemakaian kadar aspal 5,25% nilai VIM 4,36 demikian penambahan selanjutnya cenderung naik sampai dengan kadar aspal 5,75% yaitu nilai VIM 4,45%. Selanjutnya nilai VIM pada pemakaian kadar aspal 6,00% menurun menjadi 4,36 mm sampai dengan pemakaian kadar aspal 6,5% nilai VIM menjadi 3,94 mm. Persamaan regresi untuk campuran AC-BC menunjukkan hubungan antara nilai VIM dengan pemakaian kadar aspal sama dengan kecenderungan persamaan untuk campuran AC-WC hanya nilai dari VIM untuk campuran AC-BC lebih rendah dari campuran AC-WC. Nilai pada campuran AC-BC seperti pada gambar 5 cenderung naik mulai dari pemakaian kadar aspal 5% yaitu 3,95 % sampai dengan pemakaian kadar aspal 5,5% yaitu 4,25 mm dan menurun sampai dengan pemakaian kadar aspal 6,5% yaitu 3,58 mm. Pengujian ini memenuhi persyaratan spesifikasi yaitu nilai VIM untuk AC-WC dan AC-BC yaitu minimum 3% dan maksimum 5%. Dari nilai hasil analisis fleksibilitas campuran perkerasan masih tinggi.

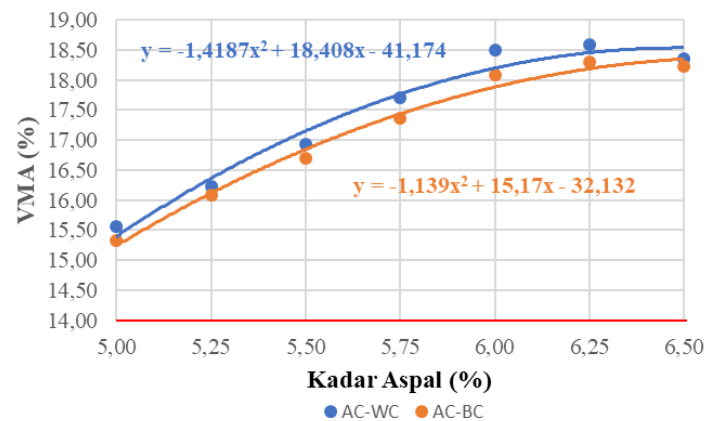


Gambar 5. Hubungan antara VIM dengan Kadar aspal

3.3.4. Rongga dalam Agregat (VMA)

Hasil pengujian rongga dalam agregat seperti pada gambar 6 menunjukkan hubungan antara VMA dengan pemakaian kadar aspal untuk campuran AC-WC dan AC-BC, dari hubungan tersebut didapatkan persamaan regresi dari dua campuran tersebut.

Dari persamaan regresi untuk campuran AC-WC kecenderungan garis hubungan antara penambahan kadar aspal dengan VMA cenderung terlihat meningkat seiring dengan bertambahnya nilai kadar aspal. Trend ini dapat dilihat untuk kadar aspal 5% nilai VMA 15,40% sampai dengan pemakaian kadar aspal 6%, selanjutnya nilai VMA bertambah tidak terlalu drastis. Sampai dengan pemakaian 6,5% yaitu 18,54%. Selanjutnya persamaan regresi untuk campuran AC-BC cenderung mengikuti trend garis campuran AC-WC, hanya nilai VMA lebih rendah. Semua nilai VMA baik untuk campuran AC-WC maupun AC-BC memenuhi persyaratan Spesifikasi yaitu untuk AC-WC adalah 15% dan AC-BC adalah 14%

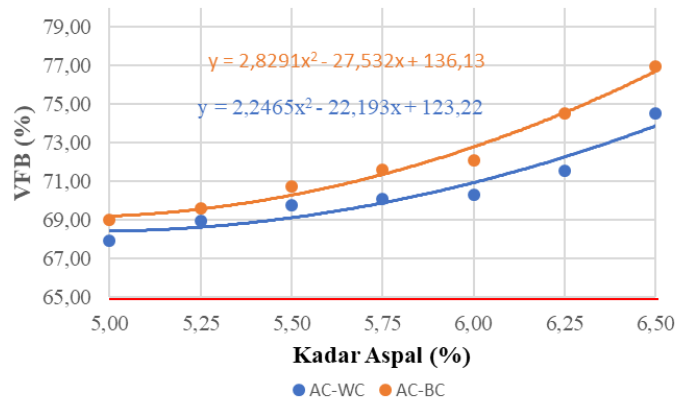


Gambar 6. Hubungan antara VMA dengan Kadar aspal

3.3.5. Rongga terisi Aspal (VFB)

Gambar 7 menjelaskan hubungan antara kadar aspal dengan rongga terisi aspal. Dari kedua jenis campuran ini kecenderungan grafik ini nilai VFB meningkat seiring dengan penambahan kadar aspal. Persamaan regresi untuk campuran AC-WC pada gambar 6 menunjukkan pemakaian kadar aspal 5% nilai VFB 68,42%, pemakaian kadar aspal 5,25% menjadikan nilai VFB menjadi 68,63 kemudian terus meningkat sampai dengan pemakaian

kadar aspal 6,5% dengan nilai VFB 73,88 %. Persamaan untuk campuran AC-BC menunjukkan pemakaian kadar aspal 5% nilai VFB 69,20%, pemakaian kadar aspal 5,25% nilai VFB 69,56 %, fenomena peningkatan nilai VFB sampai dengan pemakaian kadar aspal 6,5% dengan nilai VFB 76,70. Nilai VFB baik untuk campuran AC-WC maupun campuran AC-BC keseluruhan memenuhi persyaratan spesifikasi yaitu minimum 65 %.



Gambar 7. Hubungan antara VFB dengan Kadar aspal

3.4. Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil analisis karakteristik campuran AC-WC semua parameter yang diuji memenuhi persyaratan spesifikasi. Pemilihan kadar aspal optimum untuk campuran AC-WC dengan melihat nilai Flow yang terbesar yaitu pada kadar aspal 6,5% karena laston AC-WC adalah bagian dari lapis permukaan yang merupakan bagian perkerasan yang paling atas dan juga di pilih nilai VIM terkecil yaitu 6,5% karena semakin kecil nilai VIM diharapkan campuran lebih kedap air. Jadi kadar aspal optimum untuk campuran AC-WC menggunakan kadar aspal 6,5%.

Seperti halnya campuran AC-WC, analisis karakteristik marshal untuk campuran AC-BC semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi. Untuk penentuan KOA capuran AC-BC menggunakan nilai kadar aspal yang mempunyai stabilitas yang tertinggi yaitu kadar aspal 5%.

3.5. Durabilitas

Setelah penentuan kadar aspal optimum, dilanjutkan dengan pembuatan benda uji berdasarkan kadar aspal optimum, yaitu 6,5% untuk AC-WC dan 5% untuk AC-BC. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall Immertion

| Marshall Immertion AC-WC | | | |
|--------------------------|--------------|-----------|-----------------|
| Kadar Aspal (%) | Stabilitas | | Durabilitas (%) |
| | Konvensional | Immertion | |
| 6,5 | 941,74 | 928,29 | 98,57 |
| 6,5 | 955,20 | 914,84 | 95,77 |
| 6,5 | 914,84 | 887,93 | 97,06 |

| Rata-rata | 937,26 | 910,35 | 97,13 |
|--------------------------|----------------|----------------|--------------|
| Marshall Immertion AC-BC | | | |
| 5 | 1323,88 | 1206,72 | 91,15 |
| 5 | 1288,73 | 1183,29 | 91,82 |
| 5 | 1300,45 | 1171,57 | 90,09 |
| Rata - Rata | 1304,35 | 1187,19 | 91,02 |

Dari hasil pengujian Marshall Immertion seperti pada tabel 3 diperoleh durabilitas untuk campuran AC-WC sebesar 97,13% sedangkan untuk campuran AC-BC sebesar 91,2 %. Nilai durabilitas campuran AC-WC dan AC-BC, nilai ini memenuhi spesifikasi minimum 90%.

4. KESIMPULAN

Hasil uji stabilitas batu gunung Bottomale Toraja Utara tahan terhadap deformasi akibat beban lalu lintas dan tidak mengalami perubahan bentuk. Nilai flow yang terbaik adalah pada variasi kadar aspal , dengan kadar aspal 5% sebesar 2,65 mm. Nilai flow yang terbaik adalah penggunaan kadar aspal 5% yaitu untuk nilai AC-WC sebesar 4,18% dan AC-BC sebesar 3,95%. Nilai VMA yang terbaik adalah penggunaan kadar aspal 6,5% baik untuk AC-WC maupun AC-BC. Nilai VFB yang terbaik adalah 6,5% baik untuk AC-WC maupun AC-BC. Hasil uji Durabilitas dengan penggunaan kadar aspal 6,5% untuk AC-WC dengan nilai sebesar 97,13% dan penggunaan kadar aspal 5% untuk AC-BC sebesar 91,02% menunjukkan campuran ini mampu untuk mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu selama umur rencananya

Penggunaan material batu gunung Bootomale Kecamatan Tondon Kabupaten Toraja Utara untuk AC-WC dengan kadar aspal 6,5% dan AC-BC dengan kadar aspal 5%, tahan terhadap deformasi terhadap beban lalu lintas dan tidak mengalami perubahan bentuk, perkerasan tidak mudah retak karena tidak kaku, tidak mudah terjadi bleeding, kedap air, mempunyai keawetan yang tinggi serta mampu untuk mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu selama umur rencananya

5. SARAN

Saran-saran untuk untuk penelitian lebih lanjut untuk menutup kekurangan penelitian. Tidak memuat saran-saran diluar untuk penelitian lanjut meneliti penggunaan untuk campuran Hot Rolled Sheet (HRS)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pelaksana dan Asisten Laboratorium Perkerasan Jalan Prodi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus yang telah memberi dukungan untuk pelaksanaan pengujian terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Transit New Zealand, *Quality System for Road Construction, Road Maintenance and Structures Physical Contracts having a Normal QA Level*. Wellington: Transit New Zealand, 2005.
- [2] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua. Jakarta, Indonesia: Yayasan Obor, 2003.
- [3] S. A. Datu, R. Rachman, and M. Selintung, "The Effect of Additional Sugar Palm Fibers on the Durability of Mixed Laston AC-WC," presented at the The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE), Bali, Indonesia, 2020, vol. 419, doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012063.
- [4] J. Tandibua, R. Rachman, and J. Tanijaya, "Study of Laston BC Durability and Permeability Using Coconut Shell Addition Materials," presented at the The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE), Bali, Indonesia, 2020, vol. 419, doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012101.
- [5] D. N. Bunga, R. Rachman, and M. Selintung, "Effect of Collision Variation towards the Index Retained Strength of Mixed Asphalt Concrete Wearing Course," *Int. J. Sci. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 8, pp. 61–64, 2019, doi: 10.5281/zenodo.3408003.
- [6] Sumardi, R. Rachman, and J. Tanijaya, "Study of the Use Bagasse Ash as a Filler Replacement to Characteristics Asphalt Concrete," *Int. J. Sci. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 8, pp. 65–70, 2019, doi: 10.5281/zenodo.3408011.
- [7] L. A. Fani, Irianto, Elizabeth, and Alpius, "Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 28–36, 2019.
- [8] O. Halimu, Fitriah, and Sulha, "Uji Karakteristik Marshall Campuran Laston AC-BC Menggunakan Material Batu Kapur Dan Variasi Aspal Kabungka Dengan Kadar Aspal," *J. STABILITA*, vol. 6, no. 3, pp. 17–24, Nov. 2018.
- [9] F. Achmad, "Pemanfaatan Material Lokal Quarry Longalo Sebagai Bahan Lapis Pondasi Atas Jalan Raya," *jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek*, Nov. 2017.
- [10] Endaryanta, "Studi Eksperimen Penggunaan Variasi Agregat Bantak (Merapi) Dan Material Lokal Menggunakan Bitumen Shell (Singapore) Pada Lalu Lintas Berat," *INERSIA*, vol. X, no. 1, pp. 66–79, Mei 2014.
- [11] I. Susanto and Nono, "Pengujian Material Lokal sebagai Bahan Perkerasan Jalan di Pulau Terpencil dan Terluar," *Widyariset*, vol. 4, no. 1, pp. 61–74, 2018.
- [12] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta Indonesia: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.