

ANALISIS PERENDAMAN ASPAL AC-WC DI AIR TAWAR DAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DENGAN MEMANFAATKAN MATERIAL LOKAL RINTIK KABUPATEN PASER

Rahmat⁽¹⁾, Suheriah Mulia Devi⁽²⁾, Wahyu Raesandi⁽³⁾
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Balikpapan
E-mail : rhtrusli@gmail.com

ABSTRAK

Perkerasan jalan yang berada di daerah pesisir pantai Indonesia sangat berpotensi terjadi genangan yang menyebabkan kinerja jalan jadi menurun. Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap karakteristik aspal AC-WC yang memakai agregat halus dan agregat kasar dari desa Rintik dengan marshall test yang menggunakan perendaman air laut selama 30 menit di waterbutch, kemudian dibuat perbandingan perendaman air tawar selama 30 menit waterbutch dan juga tanpa perendaman dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Karakteristik yang diukur dengan menggunakan alat marshall adalah stabilitas, *flow*, VIM, VMA dan VFB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman dengan air laut terhadap campuran aspal AC-WC mengakibatkan nilai struktural pasca perendaman menurun, penurunan yang terlihat adalah di perendaman air laut pada *flow* sebesar 2,24 mm tetapi tetap masuk dalam spesifikasi AC-WC. Sedangkan pada perendaman air tawar terlihat penurunan di tanpa perendaman pada nilai *flow* sebesar 2,02 mm seperti di perendaman air laut. Disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pada campuran aspal AC-WC yang diakibatkan perendaman air laut dan air tawar akan berpengaruh pada kinerja perkerasan yang mengakibatkan penurunan durabilitas atau keawetan perkerasan jalan. Penurunan terbesar terjadi pada perendaman air laut dibandingkan air tawar.

Kata Kunci : Air laut, Air tawar, perendaman, karakteristik marshall

IMMERSION ASPHALT AC-WC ANALYSIS IN FRESH WATER AND SEA WATER ON MARSHALL CHARACTERISTICS BY UTILIZING LOCAL MATERIALS OF RINTIK KABUPATEN PASER

ABSTRACT

Road pavements located in coastal areas of Indonesia have the potential for inundation which causes road performance to decline. The purpose of this study was to find out how much influence it has on the characteristics of AC-WC asphalt using fine aggregate and coarse aggregate from Rintik Kabupaten Paser with a marshall test that uses seawater immersion for 30 minutes in a waterbutch, then a comparison of fresh water immersion for 30 minutes is made with waterbutch and also without immersion using 60/70 penetration asphalt. Characteristics that were measured using the Marshall tool were stability, flow, VIM, VMA and VFB. The results showed that the immersion with seawater on the AC-WC asphalt mixture resulted in a decrease in the post-immersion structural value, the visible decrease was in seawater immersion at a flow of 2.24 mm but still included in the AC-WC specification. Meanwhile, in fresh water immersion, a decrease was seen without immersion

at a flow value of 2.02 mm as in seawater immersion. It is concluded that there is an effect on the AC-WC asphalt mixture caused by immersion in seawater and fresh water will affect the performance of the pavement resulting in a decrease in the durability or durability of the pavement. The greatest decrease occurred in seawater immersion compared to fresh water.

Keywords: Seawater, freshwater, Marshall characteristics

1. PENDAHULUAN

Banyak hal yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi jalan, antara lain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan yang berlebihan, temperatur, air (genangan), dan perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan teknis. Air (genangan) merupakan salah satu penyebab kerusakan atau mengurangi keawetan bagi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal.

Beberapa ruas jalan di Indonesia yang terletak di daerah yang berhubungan dengan pantai mengalami permasalahan dengan genangan air laut yang kebanyakan disebabkan oleh cuaca ekstrim sehingga mengakibatkan terjadinya banjir pasang-surut atau dengan istilah air rob, yaitu naiknya permukaan air laut yang menggenangi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal. Melihat bahwa genangan air laut pada konstruksi perkerasan jalan bisa menjadi masalah di setiap jalan di daerah pesisir pantai maka perlu dilakukan penelitian secara khusus tentang campuran aspal AC-WC dengan proses perendaman di air tawar dan air laut.

Pemanfaatan agregat lokal Kalimantan Timur belum banyak dilakukan penelitian. Sebelumnya Anang Yahya (2016) telah melakukan penelitian dengan memanfaatkan abu agregat Sotek Penajam Paser Utara sebagai filler dalam campuran AC-WC, dan diperoleh bahwa hasilnya dapat memenuhi persyaratan job mix campuran AC-WC. Pada penelitian ini akan dicoba menggunakan agregat lokal yaitu agregat dari desa Rintik pada campuran perkerasan aspal AC-WC, dan pengaruhnya terhadap parameter Marshall. Desa Rintik terletak di Kabupaten Paser

yang memiliki material yang cukup banyak dan mudah di jumpai juga jaraknya relatif dekat dibandingkan harus mendatangkan material dari luar daerah Rintik. Pada penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan desain campuran aspal panas untuk perkerasan lentur (*flexible Pavement*).

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh yang ditimbulkan akibat perendaman air laut pada campuran beton aspal AC-WC pada karakteristik Marshall?
2. Bagaimana pengaruh yang dihasilkan oleh pasca lama perendaman air laut terhadap nilai koefisien kekuatan relatif pada campuran beton AC-WC?

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perendaman air laut pada campuran beton aspal AC-WC yang dilihat dari pengujian Marshall.
2. Mengetahui pengaruh pasca lama perendaman air laut terhadap koefisien kekuatan relatif pada campuran beton aspal AC-WC

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan Raya

Jalan raya adalah salah satu sarana transportasi darat yang dibuat oleh manusia dengan ukuran, konstruksi dan bentuk tertentu sehingga dapat dipakai sebagai jalur lalu lintas manusia, hewan dan kendaraan. Jalan terdiri dari beberapa bagian dengan tujuan dan fungsi tertentu yang terbentuk dalam suatu konstruksi. Secara garis besar ada tiga macam konstruksi perkerasan lentur, kaku dan

komposit. Pemakaian jenis perkerasan ini tergantung kebutuhan dan kondisi lingkungan tempat jalan akan dibangun.

2.2 Jenis Beton Aspal Campuran Panas

Pekerjaan ini mencakup pengadaan lapisan padat yang awet berupa lapis perata, lapis pondasi, lapis antara atau lapis aus campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat dan bahan aspal yang dicampur secara panas di pusat instalasi pencampuran, serta menghapar dan memadatkan campuran tersebut di atas pondasi atau permukaan jalan. Tebal nominal minimum untuk campuran aspal terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tebal nominal minimum campuran beraspal

Jenis Campuran	Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)	
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Tipis	SMA-Tipis	3,0	
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Halus	SMA-Halus	4,0	
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Kasar	SMA-Kasar	5,0	
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0
	Lapis Pondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Aus	AC-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga (2018)

Beberapa hal yang erat hubungannya dengan karakteristik marshall adalah:

- Marshall test
- Kepadatan mutlak
- Gradasi menerus
- Stabilitas
- Kelelahan(flow)
- Kadar aspal efektif (Pbe)
- Rongga didalam campuran (VIM)
- Rongga didalam agregat VMA
- Rongga terisi aspal VFB
- Berat jenis *Bulk* Agregat
- Berat jenis nyata

- Berat jenis efektif

2.3 Bahan perkerasan aspal

Bahan perkerasan aspal terdiri dari aspal , agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*). Bahan-bahan tersebut sebelum di ganakan harus di uji terlebih dahulu untuk mengetahui sifat-sifat dari bahan tersebut. Guna mendapatkan lapisan perkerasan yuang baik dan memenuhi syarat yang telah tentukan.

Agregat adalah formasi kulit bumi yang keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran yang terdiri dari berbagai jenis butiran atau pecahan termasuk di dalamnya pasir, krikil, agregat pecah dan debu. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan dimana agregat menempati proporsi terbesar dalam campuran, umumnya berkisar 90-95% dari berat total campuran.

Agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No. 8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkerasan jalan, dimana agregat menempati proporsi terbesar dalam campuran, umumnya berkisar antara 90-95% dari berat total campuran, atau 75-85% dari volume (Silvia Sukirman,1999). Mutu, keawetan dan daya dukung perkerasan sangat dipengaruhi oleh karakteristik agregat. Oleh karena itu, sebelum digunakan sebagai bahan campuran dalam perkerasan jalan, harus dilakukan terlebih dahulu pemeriksaan dilaboratorium untuk mengetahui karakteristiknya serta memenuhi persyaratan berikut:

- Keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles* pada 500 putaran maksimum 40%, (SNI 2417: 2008).
- Kelekatan agregat terhadap aspal maksimum 95%, (SNI 2439: 2011).

- c. Jumlah berat butiran tertahan saringan no. 4 yang mempunyai paling sedikit dua bidang pecah (visual) minimum 50% (khusus untuk kerikil pecah).
- d. Indeks kepipihan/kelonjongan butiran tertahan 9.5mm maksimum 10% (ASTM D4791).
- e. Penyerapan air maksimum 3% (SNI 1969: 2008).
- f. Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat maksimum 12% (SNI 3407:2008).
- g. Material lolos ayakan No. 200 maksimum 1% (SNI 03-4142-1996).

Jumlah berat benda uji untuk agregat kasar setelah pengeringan tidak kurang dari:

- 1) Ukuran butiran maksimum nominal 3,5"; berat minimum 35 kg.
- 2) Ukuran butiran maksimum nominal 3"; berat minimum 30 kg.
- 3) Ukuran butiran maksimum nominal 2,5"; berat minimum 25 kg.
- 4) Ukuran butiran maksimum nominal 2"; berat minimum 20 kg.
- 5) Ukuran butiran maksimum nominal 1,5"; berat minimum 15 kg.
- 6) Ukuran butiran maksimum nominal 3/4"; berat minimum 10 kg.
- 7) Ukuran butiran maksimum nominal 1/2"; berat minimum 2 kg.

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan no. 200 (0,075 mm) terdiri dari bahan halus hasil dari pecahan batu atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut dalam keadaan kering. Agregat halus terdiri dari bahan-bahan yang berbidang kasar, bersujung tajam, awet dan kuat. Agregat halus yang berasal dari batuan induk yang memenuhi persyaratan c dan d pada agregat kasar, agregat halus mempunyai nilai setara pasir minimum 70% untuk AC bergradasi (SNI 03-4428-1997).

Aspal adalah bahan perekat terdiri dari campuran bitumen dan mineral yang terjadi di alam atau dapat diperoleh dari

residu penyaringan minyak bumi atau hasil dari penyulingan batubara. Aspal sebagai material berwarna coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan pada temperatur tertentu aspal menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan atau penyiraman pada perkerasan macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat pada tempatnya (sifat termoplastis). Sebagai salah satu konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi aspal merupakan komponen yang relatif mahal. Kadar aspal yaitu persentase berat aspal terhadap berat campuran. Untuk kadar aspal yang tepat harus ditentukan berdasarkan pengujian cara Marshall sehingga didapatkan campuran yang memenuhi persyaratan (Aspal Optimum).

Filler adalah material yang sangat halus, minimum 75% yang lolos saringan No. 200 (0,074) dalam campuran ac-wc, agregat halus dan aspal membentuk mortar dan berperan sebagai pengisi rongga sehingga meningkatkan kepadatan dan ketahanan campuran serta meningkatkan stabilitas campuran. Pada prakteknya fungsi filler adalah untuk meningkatkan viskositas dari aspal dan mengurangi kepekaan terhadap temperatur, meningkatkan komposisi filler dalam campuran dapat meningkatkan stabilitas campuran tetapi menurunkan kadar *air void* (rongga udara). Meskipun demikian komposisi filler dalam campuran tetap dibatasi karena terlalu tinggi kadar filler dalam campuran akan mengakibatkan campuran getas (brittle) dan akan retak (crack) ketika menerima beban lalu lintas. Akan tetapi terlalu rendah kadar filler akan mengakibatkan campuran terlalu lunak pada saat cuaca panas.

Ketentuan bahan pengisi adalah:

1. Bahan pengisi/*filler* dari abu batu, kapur, *fly ash*, semen (PC) atau non plastis lainnya, bahan pengisi harus kering atau bebas dari bahan lainnya yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah.
2. Bahan pengisi harus kering dan bebas gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya, (SNI 03-1968-1990).

2.4 Campuran

Pengujian-pengujian campuran percobaan harus meliputi pengukuran volumetrik campuran, pengujian sifat-sifat Marshall (SNI 06-2489-1991), RSNI Bina Marga 2010). Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Komposisi umum campuran beraspal
- b. Kadar aspal campuran. Campuran yang baik harus memenuhi empat syarat utama yaitu:
 1. Stabilitas tinggi
 2. Durabilitas lama
 3. Fleksibilitas cukup
 4. Tahan terhadap *skid resistance*

2.5 Air laut

Air laut adalah kumpulan air asin yang sangat banyak dan luas di permukaan bumi yang memisahkan dan menghubungkan suatu benua dengan benua lainnya dan suatu pulau dengan pulau lainnya. Laut merupakan wilayah yang paling luas di permukaan bumi, dengan luas mencapai 70% dari seluruh permukaan dunia, dan memiliki sifat korositas yang sangat agresif.

Beberapa hal yang menyebabkan air laut sangat bersifat agresif dan sangat merusak adalah sebagai berikut :

1. Air laut merupakan elektrolit yang memiliki sifat konduktivitas tinggi.

2. Mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi.
3. Temperatur permukaan air laut umumnya tinggi.
4. Ion klorida yang terkandung pada air laut merupakan ion agresif.

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan. Data yang dikumpulkan dari hasil tes agregat, tes campuran agregat, dan tes stabilitas benda uji dengan alat Marshall. Pengambilan data pada alat uji dilaksanakan dengan cara mengamati dan mencatat besarnya gaya yang dapat menghancurkan benda uji tersebut.

Untuk mendapatkan material yang sesuai dengan persyaratan, maka diperlukan pemeriksaan material terlebih dahulu. Agregat kasar merupakan bahan pokok dalam pembuatan campuran perkerasan yang terdiri dari pasir, agregat kasar dan halus. Penggunaan bahan agregat kasar yang bermutu baik dalam memenuhi spesifikasi akan sangat mempengaruhi sifat-sifat campuran yang dihasilkan.

Persiapan material ini meliputi:

1. Agregat kasar : Rintik
2. Agregat halus : Rintik
3. Aspal Pertamina : Penetrasi 60/70
4. Filler : Semen Portland

Penelitian ini membuat perkiraan kadar aspal rencana (Pb), dengan ketentuan dibuat benda uji sejumlah 6 variasi kadar aspal yang berbeda setiap 0,5% dengan rincian 3 variasi kadar aspal di atas Pb (6,0%; 6,5%; 7,0%) dan 2 variasi kadar aspal dibawah Pb (4,5%; 5,0%) dengan masing-masing kadar aspal dibuat.

benda uji. Setiap benda uji kemudian dipadatkan sebanyak 2×75 kali tumbukan (pemadatan standar), kemudian diuji dengan metode *Marshall* dan dievaluasi nilai *Stabilitas Marshall* dan *Marshall Flow*, *VMA*, *VIM*, *VFA* dan *Marshall*

Quotient (MQ) untuk mendapatkan nilai kadar aspal (KAO). Total benda uji untuk keseluruhan adalah 18 buah benda uji, lihat.

Pengujian sampel dilakukan sesuai dengan prosedur pengujian Marshall Test yang dikeluarkan oleh ASTM. Pengujian sampel ini terbagi atas dua bagian, yaitu:

1. Penentuan Bulk Spesifik Gravity Sampel. Pengujian ini dilakukan secepat mungkin setelah sampel percobaan yang telah dipadatkan mencapai suhu kamar. Prosedur pengujian dilakukan sesuai dengan ASTM Dasignation D 2726 Bulk Specivic Gravity campuran padat bahan bitumen, dengan menggunakan *saturated surface dry specements*.
2. Pengujian Stabilitas dan Flow
 Sesudah *bulk specivic gravity* benda uji ditentukan, pengujian stabilitas dan *flow*.

4. PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian agregat, dan hasil pengujian Marshall. Hasil pengujian agregat disajikan dalam Tabel 2.

Hasil Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis jenuh permukaan kering (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan (*absorpsi*) dari agregat kasar. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar didapat berat jenis sebesar 2,638 dan penyerapan didapat 0,629. Maka dari pengujian tersebut masih memenuhi syarat untuk berat jenis > 2,5 dan penyerapan <1%. (Bina Marga, 2018).

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian	Agregat		Spesifikasi Bina Marga 2018
	Halus	Kasar	
Abrasi	22,20%		Maks.40 %
Berat jenis bulk	2,591%	2,638%	Min. 2,5 %
SSD	2,625%	2,655%	Min. 2,5 %
Berat Jenis Semu	2,682%	2,683%	Min. 2,5 %
Penyerapan	1,317%	0,629%	Maks. 3 %

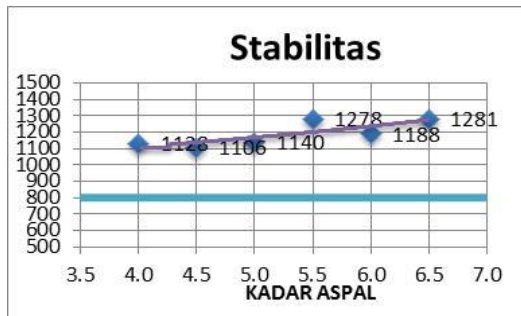
Sumber: hasil pengujian laboratorium

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis jenuh permukaan kering (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan (*absorpsi*) dari agregat halus (SNI 03-1970-2008).

Dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dari Rintik didapat berat jenis sebesar 2,591; dan penyerapan 1,317%. Maka dari pengujian tersebut masih memenuhi syarat untuk berat jenis > 2,5 dan penyerapan < 3%. (Bina Marga 2018)

Pengujian Marshall yang dilakukan adalah pengujian stabilitas, kelelahan (*flow*), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi aspal (FPB), dan rongga diantara agregat (VMA).

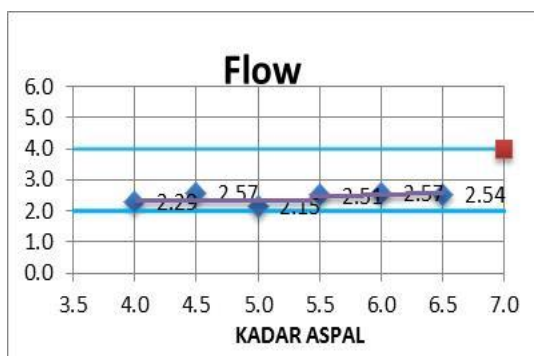
Stabilitas lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding.



Gambar 1 Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas

Spesifikasi Umum SNI 2018 Divisi 6 menetapkan nilai stabilitas minimum untuk laston atau AC-WC adalah 800 kg. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa nilai stabilitas untuk kadar aspal 4,0% sampai 6,5% memenuhi persyaratan tersebut.

Kelelahan (*flow*) adalah besarnya perubahan bentuk plastis akibat suatu beban sampai batas keruntuhan yang menunjukkan tingkat kelenturan plastis lapis perkerasan.

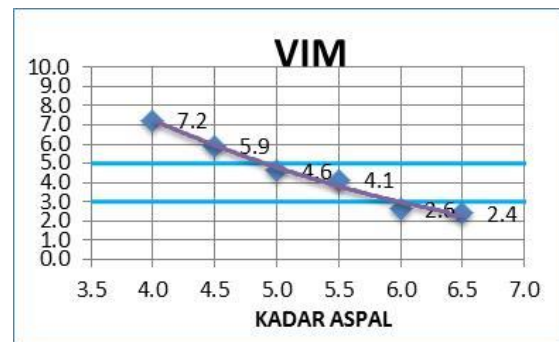


Gambar 2 Hubungan antara kadar aspal dengan kelelahan

Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 menetapkan nilai flow minimum untuk laston atau AC-WC adalah 2,0 mm. diperoleh nilai flow untuk kadar aspal 4,0% sampai 6,5% memenuhi persyaratan tersebut yaitu dengan nilai sebesar 2,57 mm; 2,57 mm; 2,54 mm; 2,51 mm; 2,29 mm; dan 2,19 mm (Gambar 2).

Rongga dalam campuran (VIM) adalah volume total udara yang berada diantara partikel agregat yang terselimuti aspal

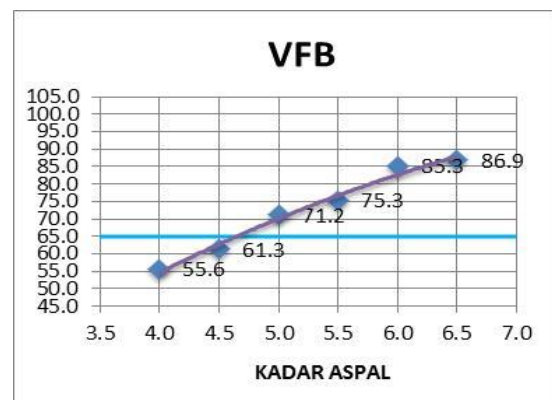
dalam suatu campuran yang telah dipadatkan.



Gambar 3 Hubungan antara kadar aspal dengan VIM

Dari Gambar 3 hasil pengujian marshall diperoleh nilai VIM pada kadar aspal 5,5 dan 6,0% dengan nilai VIM sebesar 4,6% dan 4,1% masuk dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Revisi 3 bahwa rentang VIM antara 3% - 5%.

Rongga Terisi Aspal (VFB) adalah bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat (VMA) yang terisi aspal efektif. VFB bertujuan untuk menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup.

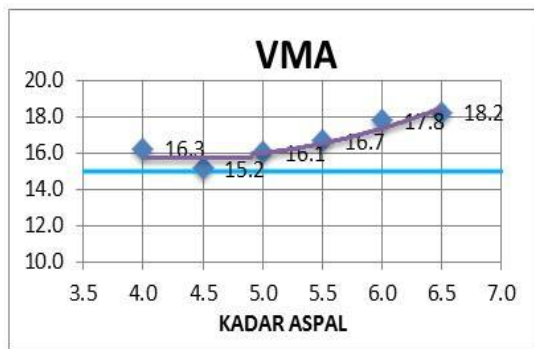


Gambar 4 Hubungan antara kadar aspal dengan VFB

Berdasarkan Gambar 4 terlihat nilai VFB terus meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini menunjukkan kadar aspal 5,0% sampai 6,5% memenuhi persyaratan yaitu dengan nilai VFB 71,2%; 75,3%; 85,3%; dan 86,9%. Sedangkan untuk kadar aspal 4,0%

dan 4,5% nilai VFB tidak memenuhi syarat dengan nilai 55,6% dan 61,3%.

Rongga diantara agregat (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan yaitu jumlah tumbukan dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal.

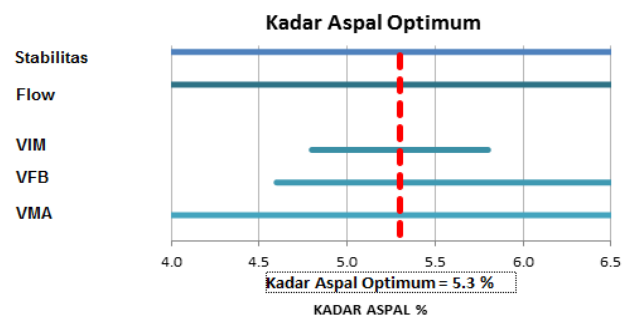


Gambar 5 Hubungan antar kadar aspal dengan (VMA)

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat nilai volume rongga yang terdapat didalam butir-butir agregat pada campuran beraspal padat (VMA), kadar aspal 4,0% diperoleh nilai VMA yaitu 16,3%; kadar aspal 4,5% nilai VMA yaitu 15,2%; pada kadar aspal 5,0% nilai VMA yaitu 16,1%; pada kadar aspal 5,5% nilai VMA meningkat yaitu 16,7%; pada kadar aspal 6,0% meningkat kembali nilai VMA yaitu 17,8% dan pada kadar aspal 6,5% menurun nilai VMA yaitu 18,2%. Pada campuran AC-WC menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Revisi 3 bahwa syarat VMA minimum 15,0%. Hal ini menunjukkan kadar aspal 4,0% sampai 6,5% pada penelitian diatas telah memenuhi persyaratan tersebut\

Perencanaan perkerasan jalan diisyaratkan agar perkerasan yang dihasilkan memiliki stabilitas yang cukup baik tanpa mengabaikan fleksibilitas, durabilitas, dan kemudahan pelaksanaan. Adapun

karakteristik campuran aspal panas AC-WC gradasi halus meliputi stabilitas, kelelahan plastis (flow), marshall quotient, rongga udara diantara butir agregat (VMA), rongga udara dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB). Nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan nilai stabilitas, flow, marshall quotient, VMA, VIM, dan VFB seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram batang penentuan kadar aspal optimum

Dari hasil pengujian marshall penentuan kadar aspal optimum seperti pada Gambar 6 diperoleh dari nilai tengah atau rata-rata dari masing-masing karakteristik uji marshall, cara penentuan kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)		Rata-Rata (%)
	Min	Max	
Stabilitas Marshall	4.00	6.50	5.25
Pelelehan	4.00	6.50	5.25
Rongga dalam campuran (VIM)	4.80	5.80	5.30
Rongga dalam Agregat (VMA)	4.00	6.50	5.25
Rongga terisi aspal (VFB)	4.60	6.50	5.55
Kadar aspal optimum			5.30

Sumber: hasil pengujian

Berdasarkan analisa hubungan kadar aspal dengan karakteristik marshall pada campuran laston AC-WC gradasi halus pada gradasi ideal dengan menggunakan material dari Rintik diperoleh nilai kadar

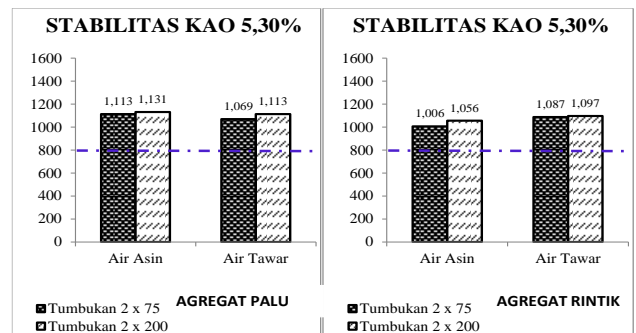
aspal optimum 5,30% didapatkan nilai karakteristik marshall pada stabilitas 1.278 kg syarat minimal 800 kg, *flow* 2,57 mm, syarat minimum 2 mm, VIM 4,6% batas minimum 3,0% dan maksimum 5,0%; rongga terisi aspal (*VFB*) 86,9%; syarat minimum 65%; rongga diantara agregat (*VMA*) 17,8; syarat minimum 15%.

Penggunaan material local Rintik layak digunakan sebagai bahan campuran marshall AC-WC gradasi halus, karena mampu meningkatkan nilai stabilitas, rongga didalam campuran yang stabil, kekakuan serta kekuatan campuran beraspal panas dan tidak mempengaruhi spesifikasi karakteristik parameter marshall yang diisyaratkan. Peningkatan ini menandakan campuran ini mempunyai ketahanan lebih baik dalam menerima beban.

Karakteristik Marshall pada kadar aspal optimum 5,30%.

Hasil uji *marshall test* setelah perendaman 30 menit dengan Air laut dan air tawar pada suhu 60°C Dalam hal ini parameter marshall (stabilitas, kelelahan, VIM, VMA, VFB) dengan kadar aspal optimum yang digunakan untuk masing-masing prosentase campuran dibuat benda uji dengan 2 x 75 dan 2 x 200 penumbukan per bidang.

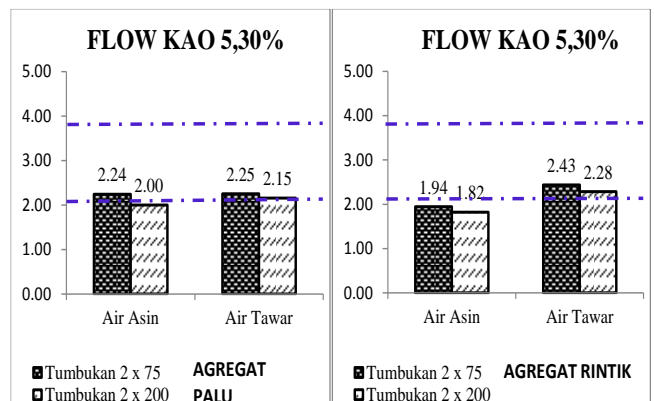
Stabilitas Marshall berdasarkan Gambar 7 stabilitas *marshall test* dengan menggunakan material Palu 30 Menit dengan air laut dan air tawar adalah 1,131 Kg dan 1,113 Kg, dan menggunakan material Rintik pada perendaman Air tawar dan air laut 30 menit dengan nilai 1,056 kg dan 1,087 jadi Stabilitas Pengujian Marshall material Rintik dan Palu ≥ 800 kg sesuai spesifikasi AC-WC.



Gambar 7 Diagram batang stabilitas *marshall* perbandingan Menggunakan material Palu dan Rintik dengan Perendaman 30 menit

Flow atau Pelehan

Campuran beraspal panas dengan nilai flow menggunakan material Palu pada perendaman 30 Menit dengan air laut dan air tawar dengan nilai 2,24 mm dan 2,25, dan menggunakan material Rintik pada perendaman Air tawar dan air laut 30 menit dengan nilai 2,43 mm ≥ 2 mm sesuai spesifikasi AC-WC. Hal ini terlihat pada Gambar 8.

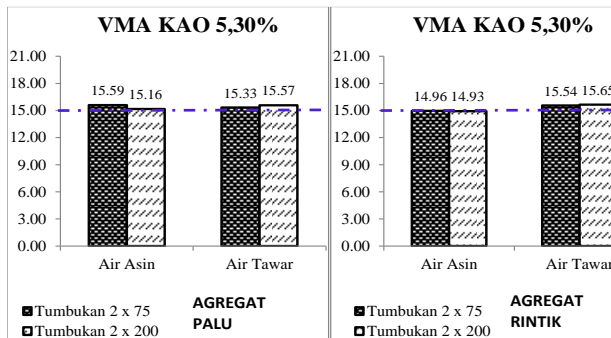


Gambar 8 Diagram batang pelehan (flow) perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik dengan Perendaman 30 menit

VMA

Berdasarkan Gambar 9 menggunakan material Palu pada perendaman 30 Menit dengan air laut dan air tawar diperoleh nilai VMA yaitu 15,59% dan menggunakan material Rintik pada perendaman 30 Menit dengan air laut dan air tawar dengan nilai

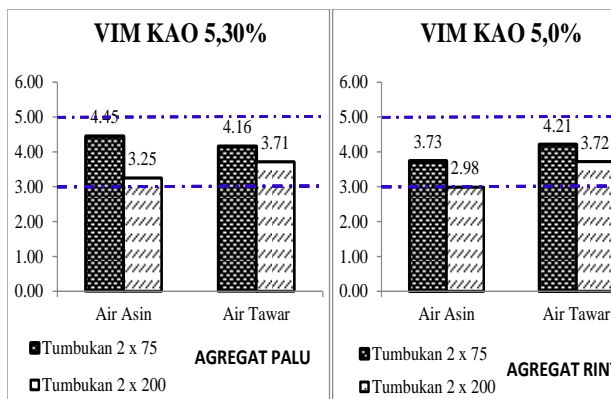
15,65 % sesuai pada spesifikasi AC-WC yaitu 15,0%.



Gambar 9 Diagram batang VMA perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik dengan perendaman 30 menit

VIM

Berdasarkan Gambar 10 VIM pada perendaman 30 menit dengan Air laut dan air tawar menggunakan material Palu dengan nilai 4,45% dan 4,16% kemudian perendaman 30 menit dengan Air laut dan air tawar menggunakan material Rintik dengan nilai 3,37% dan 4,21% sesuai pada spesifikasi AC-WC adalah 3,5% - 5,5%.

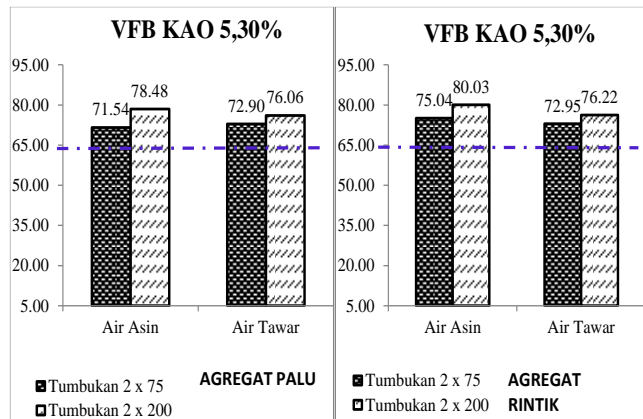


Gambar 10 Diagram batang VIM perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik dengan Perendaman 30 menit

VFB

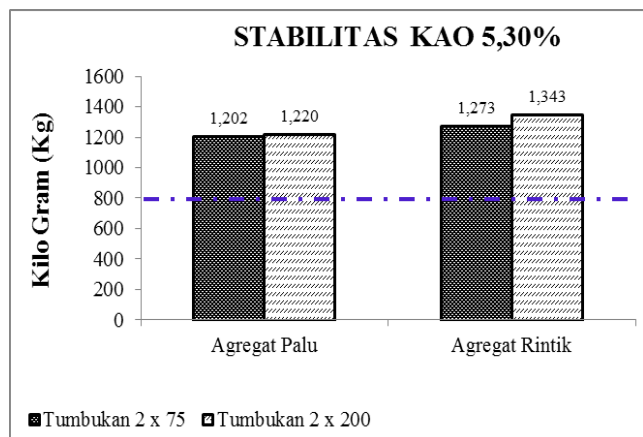
Berdasarkan Gambar 11 dengan menggunakan material Palu pada perendaman 30 menit di air laut dan air tawar dengan nilai 78,48 dan material Rintik dengan nilai 80,03% sesuai pada

spesifikasi AC-WC bahwa syarat VFB > 65,0%.



Gambar 11 Diagram batang VFB perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik dengan Perendaman 30 menit.

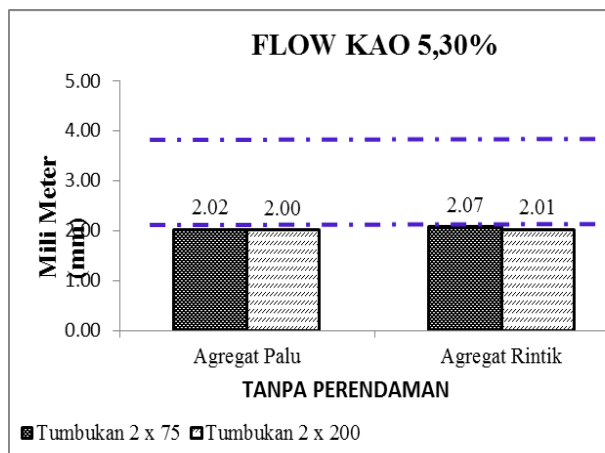
Karakteristik Marshall pada kadar aspal optimum 5,30 Tanpa Perendaman di Waterbutch. Dalam pengujian ini sampel direndam selama 24 jam dengan air tawar tanpa perendaman 30 menit di waterbutch yang akan dilakukan penumbukan 2 x 75 dan 2 x 200. Adanya hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 2 Diagram batang stabilitas marshall Perbandingan Menggunakan material Palu dan Rintik Tanpa Perendaman.

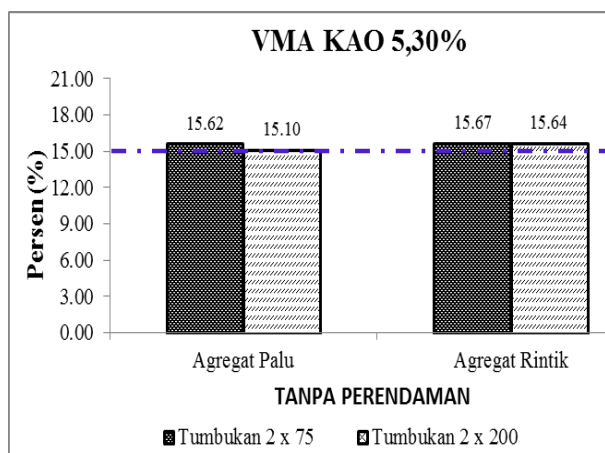
Berdasarkan Gambar 12 stabilitas *marshall test* dengan menggunakan material Palu tanpa perendaman dengan nilai 1,220 Kg, dan menggunakan material Rintik Tanpa Perendaman dengan nilai 1.343 Kg jadi

Stabilitas Pengujian Marshall material Rintik dan Palu ≥ 800 kg sesuai spesifikasi AC-WC.



Gambar 3 Diagram batang pelelehan (*Flow*) perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik tanpa perendaman

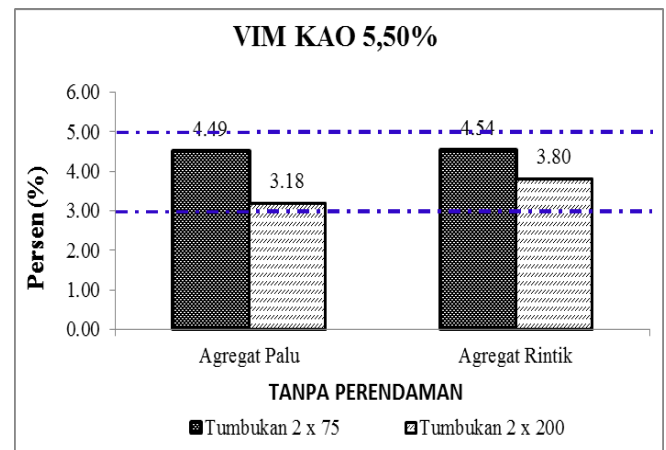
Berdasarkan Gambar 13 campuran beraspal panas dengan nilai *flow* menggunakan material Palu tanpa Perendaman dengan nilai 2,02 mm, dan menggunakan material Palu tanpa perendaman dengan nilai 2,07 mm ≥ 2 mm sesuai spesifikasi AC-WC.



Gambar 14 Diagram batang VMA perbandingan Menggunakan material Palu dan Rintik tanpa Perendaman

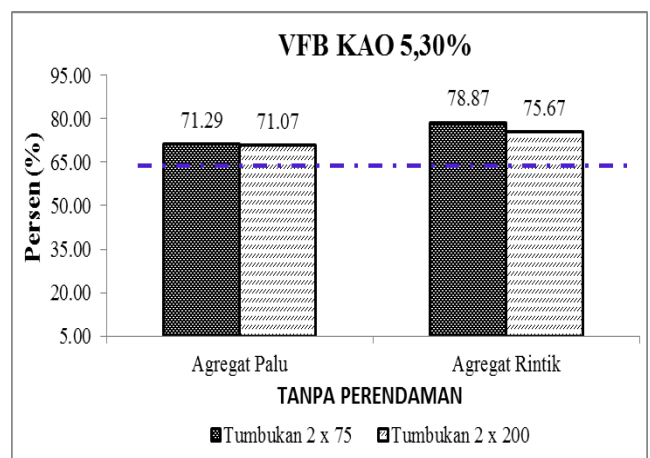
Berdasarkan Gambar 14 menggunakan material Palu tanpa perendaman diperoleh nilai VMA yaitu 15,62% dan menggunakan material Rintik Tanpa

perendaman dengan nilai 15,64 % sesuai pada spesifikasi AC-WC yaitu 15,00%.



Gambar 15 Diagram batang VIM perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik tanpa perendaman

Berdasarkan Gambar 15 VIM tanpa perendaman menggunakan material Palu dengan nilai 4,49% kemudian tanpa perendaman menggunakan material Rintik dengan nilai 4,54% sesuai pada spesifikasi AC-WC adalah 3,5% - 5,5%.



Gambar 16 Diagram batang VFB perbandingan menggunakan material Palu dan Rintik tanpa perendaman

Dari Gambar 16 dengan menggunakan material Palu tanpa perendaman dengan nilai 71,29% dan material Rintik dengan nilai 78,87% sesuai pada spesifikasi AC-WC bahwa syarat VFB $> 65,0\%$.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian laboratorium mengenai pada Analisis Uji Marshall campuran aspal AC-WC menggunakan Material Lokal Rintik dengan proses perendaman di air tawar dan air laut dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian memberikan kecenderungan peningkatan karakteristik pada campuran marshall terhadap stabilitas diperoleh 1.278 kg > dari 800 kg, *flow* diperoleh 2,57 mm > dari spesifikasi minimum 2,00 mm, VIM diperoleh 4,6% memenuhi spesifikasi minimal 3,0% sampai dengan maksimal 5,0%; VFB diperoleh 86,9% > 65%; VMA 17,8 dengan syarat minimum 15,00%. Hasil dari pengujian dengan proses perendaman Air laut menggunakan material lokal Rintik cenderung mengalami penurunan pada VMA 14,96% sesuai spesifikasi AC-WC 15,00% dan *flow* dengan nilai 1,94 mm, minimal 2 mm sesuai spesifikasi AC-WC. Sedangkan nilai Stabilitas 1.006 Kg \geq 800 kg sesuai spesifikasi AC-WC, VIM 3,73% sesuai pada spesifikasi AC-WC minimal 3% sampai dengan maximal 5%, dan VFB 75,04 sesuai pada spesifikasi AC-WC 65,0%. Lebih rendah di bandingkan dengan Perendaman air tawar. Hasil pengujian dengan proses tanpa perendaman menggunakan material lokal Rintik mengalami penurunan pada *flow* seperti pada perendaman dengan air laut tetapi masuk dalam spesifikasi AC-WC yaitu 2,07 mm minimal 2,00 mm, dan Stabilitas 1.273 Kg masuk spesifikasi AC-WC minimal 800 Kg, VMA 15,67% masuk dalam spesifikasi AC-WC minimal 15,00%, VIM 4,54% sesuai spesifikasi AC-WC yaitu minimal 3% sampai dengan 5%, dan VFB 78,87% sesuai pada spesifikasi AC-WC bahwa syarat VFB > 65,0%.
2. Menghasilkan desain campuran laston AC-WC gradasi halus dengan material lokal dan tercapainya sifat-sifat marshall. Hasil ini memenuhi

persyaratan yang diisyaratkan sehingga dapat dijadikan acuan dalam pembuatan *job mix formula* sebagai pelaksanaan/aplikasi dilapangan.

SARAN

Berdasarkan pengamatan dari hasil dan evaluasi yang dilakukan, maka untuk penelitian selanjutnya dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan jenis Material yang sama tetapi campuran aspal yang berbeda yaitu (AC-BC, HRS-WC dan HRS-BC).
2. Penelitian dapat dikembangkan dengan memakai variasi jenis aspal yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anang Yahya, Irna Hendriyani, dan Hasanuddin Damanik. 2016. Kinerja Campuran AC-WC Menggunakan Agregat Lokal Sotek Penajam Paser Utara. *Jurnal Transukma Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan* Vol. 1 No. 2 tahun 206. Link <https://transukma.uniba-bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/33>
- Hendra Suryadharma, dkk. 1999. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexsible Pavement*).
- Literatur kutipan, Nono. 2007. Lapis Permukaan
- Spesifikasi Umum Bina Marga* Tahun 2018