

Pemanfaatan Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda Dalam Campuran AC-WC

Febrianto *1, Alpius *2, Sufiati Bestari *3

*1 Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email febriantofa17.fa@gmail.com

*2 Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email alpiusnini@gmail.com

*3 Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email sufiati.bestari@gmail.com

ABSTRAK

Jalan raya adalah bagian dari ilmu Teknik Sipil dan selalu berkembang dari waktu ke waktu. Dalam meningkatkan penyediaan transportasi darat, jalan merupakan prasarana penting yang harus diperhatikan dalam pembangunan. Ketersediaan infrastruktur jalan yang memadai akan berdampak positif bagi perkembangan kegiatan masyarakat dari aspek ekonomi, politik, sosial budaya, pertahanan dan keamanan negara. Penelitian ini dimaksudkan untuk Memanfaatkan Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda Sebagai Bahan Campuran AC-WC. Metodologi dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian karakteristik agregat kasar, halus, dan *filler* kemudian merancang komposisi campuran Laston AC-WC serta pengujian Marshall untuk mendapatkan karakteristik campuran dan pengujian *Marshall immersion* untuk memperoleh indeks perendaman (IP) / Indeks kekuatan sisa (IKS) durabilitas campuran berkadar aspal optimum. Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, menunjukkan bahwa karakteristik material perkerasan berupa batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda memenuhi spesifikasi sebagai material pelapis perkerasan jalan.

Kata kunci: Karakteristik , AC-WC, Konvensional, Immersion

ABSTRACT

Highway is part of the Science of Civil Engineering and always develops over time. In increasing the provision of land transportation, roads are important infrastructure that must be considered in development. The availability of adequate road infrastructure will have a positive impact on the development of community activities from the economic, political, social, cultural, defense and security aspects of the country. This research was intended to utilize Masuppu River Stones in Masanda Subdistrict as a mixture of AC-WC. The methodology in this research is to conduct a series of tests for the characteristics of coarse, fine, and filler aggregates, then design the composition of the Laston AC-WC mixture and the Marshall test to obtain the characteristics of the mixture and the Marshall immersion test to obtain the immersion index (IP) / residual strength index (IKS) / durability of the mixture with optimum asphalt content. The results of research carried out at the Laboratory of Engineering and Aspal Functions of Engineering Department of Civil Engineering, Christian University of Indonesia, Paulus Makassar, show that the characteristics of the pavement material in the form of Masuppu River rock, Masanda District, meet the specifications as a road pavement coating material.

Keywords: Characteristics, AC-WC, Conventional, Immersion

PENDAHULUAN

Jalan raya adalah bagian dari ilmu Teknik Sipil dan selalu berkembang dari waktu ke waktu. Dalam meningkatkan penyediaan transportasi darat, jalan

merupakan prasarana penting yang harus diperhatikan dalam pembangunan. Ketersediaan infrastruktur jalan yang memadai akan berdampak positif bagi perkembangan kegiatan masyarakat dari

aspek ekonomi, politik, sosial budaya, pertahanan dan keamanan negara.

Pembangunan jalan yang memadai sebagai prasarana perlu proses pemeliharaan, karena banyak faktor (termasuk faktor manusia dan faktor alam), terkadang terjadi kerusakan jalan lebih awal dari masa layanan. Faktor alam yang dapat mempengaruhi kualitas permukaan jalan antara lain air, perubahan suhu, cuaca dan suhu udara. Pada iklim tropis, banyak sekali masalah baik tidaknya mutu dan keawetan jalan yang diakibatkan pengaruh alam terutama air, baik itu air yang berasal dari air hujan maupun sistem drainase jalan. Karena dengan terhindarnya konstruksi jalan dari pengaruh air diharapkan umum konstruksi jalan akan dapat bertahan lebih lama. Kerusakan jalan juga bisa disebabkan akibat agregat, misalkan agregatnya kurang bagus, spesifikasi dan mutu agregat kurang bagus dan sebagainya. Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka peneliti mengambil agregat asal Sungai Masuppu untuk di uji coba di laboratorium.

Pemilihan material perkerasan jalan yang tepat sesuai dengan karakteristik daerah adalah hal penting dalam pencapaian konsistensi kualitas perkerasan jalan sesuai dengan umur layan yang direncanakan. Pada perkerasan lentur dengan lapisan permukaan aspal beton salah satu material yang berperan penting adalah agregat. Kebutuhan akan agregat sangat besar untuk pembangunan jalan, oleh karena itu untuk mendatangkan agregat sangat mempengaruhi jalannya konstruksi serta biaya angkut yang besar.

Berdasarkan himbauan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mendorong untuk menggunakan material di sekitar lokasi pekerjaan jalan, guna memanfaatkan potensi alam dari daerah tersebut [1]. Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan agregatnya yaitu Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda Kabupaten Tana Toraja.

Wilayah Kecamatan Masanda merupakan daerah strategis karena berbatasan dengan Kabupaten Mamasa Kecamatan Tabang. Namun akses jalan ke perbatasan tersebut belum memadai. Padahal perbatasan memiliki sumber agregat dan daerah sekitarnya memiliki hasil sumber daya alam berupa

hasil tani seperti kopi, cokelat, dan padi yang didistribusikan ke Ibu Kota Tana Toraja, Kota Makale. Sebaliknya, petani setempat perlu barang kebutuhan seperti pupuk, bibit, alat-alat pertanian, dan lain-lain. Maka perlu pembangunan jalan sebagai akses yang dapat menghubungkan perbatasan antar kabupaten serta jalan ini akan melancarkan aktifitas dan roda perekonomian daerah setempat.

Dengan adanya pembangunan jalan tentu membutuhkan agregat yang tersedia pada Sungai Masuppu, Kecamatan Masanda untuk material perkerasan jalan. Dimana perkerasan yang umum digunakan adalah beton aspal yaitu jenis perkerasan lentur.

Agregat asal Sungai Masuppu Kecamatan Masanda kemudian diuji coba di Laboratorium Jalan dan Aspal sebagai tugas akhir dengan judul: "Pemanfaatan Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda Dalam Campuran AC-WC".

Perkerasan jalan adalah kontruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*Subgrade*). Perkerasan jalan juga merupakan campuran agregat dan material pengikat yang digunakan untuk beban lateral. Kekuatan dan daya tahan perkerasan jalan sangat bergantung pada kinerja dan daya dukung landasan jalan. Umumnya permukaan jalan memiliki syarat kuat, tahan lama, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah digunakan. Oleh karena itu, material perkerasan jalan yang paling cocok adalah pasir, kerikil, batu dan perekat (aspal atau semen) [2].

Agregat adalah partikel mineral berupa butiran yang digunakan secara kombinasi dengan berbagai jenis, antara lain bahan semen yang digunakan untuk membentuk beton, lapisan dasar jalan, dan bahan pengisi. [3]

Filler adalah agregat yang lebih halus daripada agregat halus yang biasanya melewati filter halus 200. *Filler* adalah material yang dapat mengurangi rongga, permeabilitas dan meningkatkan daya tarik campuran beton aspal. Material *filler* bisa merupakan semen tanah, bubuk batu, kapur, semen portland atau bahan lainnya [4]

Beton Aspal adalah campuran agregat, aspal (sebagai bahan pengikat) dan semen (sebagai pengisi), dicampur dalam keadaan panas pada suhu

tertentu, dihamparkan dan dipadatkan. Beton Aspal terdiri dari banyak bahan yaitu: aspal, agregat, *filler*.

Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal yaitu, Stabilitas, Durabilitas (Keawetan / Daya Tahan), Fleksibilitas (Kelenturan), Ketahanan Terhadap Kelelahan ,Tahan Geser / Kekesatan (*Skid Resistance*), Workabilitas (Kemudahan Pekerjaan), Pemeriksaan Aspal [5].

Tabel 1. Gradasi agregat untuk campuran beraspal

Ukuran Ayakan(mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)				
	ASTM	(mm)	WC	BC	Base
1 ½"		37,5			100
1"		25		100	90- 100
3/4"		19	100	90 - 100	76 - 90
1/2"		12,5	90 -100	75 - 90	60 - 78
3/8"		9,5	77 - 90	66 - 82	5- 71
No.4		4,75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8		2,36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16		1,18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30		0,600	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50		0,300	9 - 22	7 - 20	6 - 5
No.100		0,150	6 - 15	5- 3	4 - 10
No.200		0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7
3/8"		9,5	77- 90	66- 82	52- 71

Penelitian Terkait antara lain Roma, 2020. "Pemanfaatan batu gunung kongkang kesu' kabupaten toraja utara dalam campuran ac-wc". Dari hasil pemeriksaan karakteristik material di laboratorium menunjukkan bahwa agregat dari gunung kongkang kesu' memenuhi standar bina marga [6].

Nilamsari Wendani, 2020. "Studi penggunaan agregat Sungai Bittuang sebagai Bahan Campuran AC-WC". Dari penelitian ini dihasilkan karakteristik material di Laboratorium menunjukkan bahwa agregat dari Sungai Bittuang memenuhi standar Bina Marga 2018. Bardasarkan hasil rancangan komposisi pada campuran AC-WC dengan aspal penetrasi 60/70

untuk agregat kasar 36,90%, agregat halus 50,30%, *filler* 5,80%, dengan kadar aspal optimum 7,00% [7].

Esmi Paretnan', 2020. "Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Masanda Kabupaten Tana Toraja". Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar dengan rancangan komposisi campuran AC-BC untuk agregat kasar 42,64%, agregat halus 45,45%, *filler* (semen) 5,41% dan kadar aspal optimum (KAO) 6,50%. Dengan nilai stabilitas rata-rata 2108,90 kg, Flow rata-rata 2,29 mm, VMA rata-rata 16,895%, VIM rata-rata 3,53%, VFB rata-rata 79,134% dan Indeks Perendaman (IP) 93,79%. Dimana dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa Batu Sungai Masanda Kabupaten Tana Toraja dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan karena memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 [8].

Alpius. 2019. "Campuran HRS-WC Menggunakan Agregat Batu Gunung Desa Palipu Kecamatan Mengkendek Tana Toraja". [9].

METODE

1. Tahap Penelitian

Di dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap. Langkah kerja penelitian dapat dilihat dalam diagram alir (*flowchart*) Gambar 1.

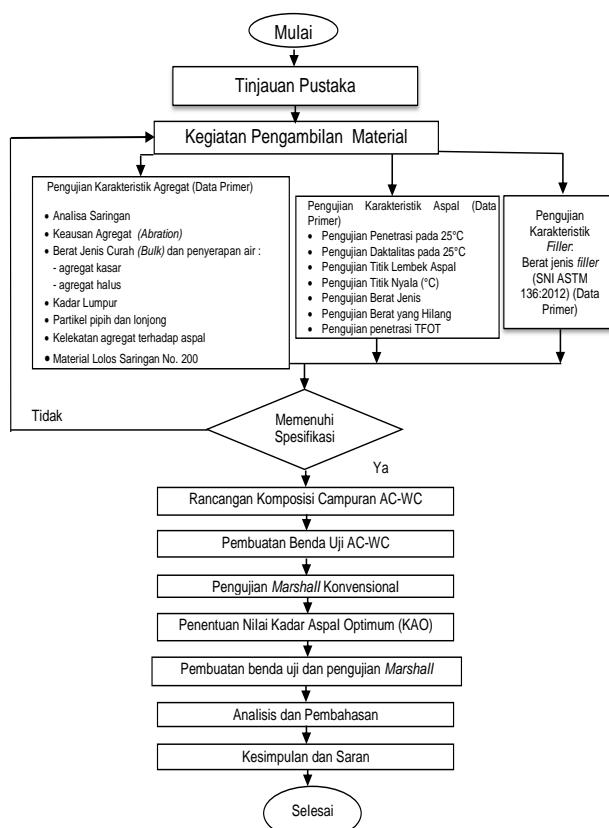
2. Pengambilan Material

a. Agregat

Agregat berada di Sungai Masuppu Kecamatan Masanda. Pengambilan agregat dilakukan untuk mendapatkan sampel agregat yang akan diuji di Laboratorium Jalan dan Aspal Teknik Sipil UKIP Makassar. Pengambilan agregat dilakukan secara manual dengan menggunakan alat berupa sekop.

b. Aspal

Aspal yang dipakai pada penelitian ini adalah aspal keras produksi Pertamina pen 60/70.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Pengujian Karakteristik Agregat

Material yang digunakan untuk pengujian adalah agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang tidak lolos pada ayakan No. 4 (4,76 mm) (menurut SNI, 1989) berupa kerikil pecah. Aggregat halus merupakan agregat yang telah lolos ayakan No. 4 (4,76 mm) (sesuai SNI, 1989) berupa pasir dan *filler* yang akan diuji untuk bahan campuran beton aspal adalah serbuk batuan yang lolos ayakan No. 200 0,075 mm.

Pengujian Keausan Agregat (SNI 2417:2008). Tujuan pemeriksaan keausan adalah agar mengetahui nilai keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen.

Pengujian Berat Jenis Curah (*Bulk*) dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2016) dan Agregat Halus (SNI 1970-2016). Tujuannya adalah untuk

memperoleh berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh dan berat jenis semu serta besarnya nilai penyerapan.

Analisa Saringan Agregat (SNI ASTM C136:2012). Analisa saringan agregat adalah untuk menentukan persentase bobot agregat yang melewati 1 set saringan, kemudian menampilkan angka persentase pada grafik pembagian butiran.

Pengujian Material Lulus Ayakan No.200 (SNI ASTM C117 : 2012). Tujuannya adalah untuk mengukur persentase material dalam agregat yang melewati saringan No. 200, agar bermanfaat untuk perencanaan dan pelaksana pembangunan jalan

Pengujian kadar Lumpur Agregat Halus (SNI 03-4428-1997). Tujuannya adalah agar mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung dalam material tersebut.

Pengujian Partikel Pipih dan Lonjong (ASTM D – 4791-10). Model agregat adalah ukuran normal agregat, dan ukuran istilah bergantung pada ukuran material utama di bawah gradasi tertentu. Tes ini dirancang untuk memeriksa bentuk agregat.

Pengujian Kelekatatan Agregat Terhadap Aspal (SNI 2439 : 2011). Tujuan Pemeriksaan adalah menentukan kelekatatan agregat terhadap aspal (persentase luas permukaan agregat yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan).

4. Pengujian Karakteristik Aspal

Jenis Material aspal minyak dipakai adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70, karena aspal dengan penetrasi 60/70 lebih umum digunakan terutama di daerah Sulawesi yang mempunyai suhu yang cukup tinggi [10]

Tabel 2. Pedoman karakteristik aspal

Jenis Pengujian	Metode
Penetrasi pada 25°C	SNI 06-2456-2011
Daktilitas pada 25°C	SNI 2432-2011
Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011
Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011
Berat Jenis Aspal	SNI 2441-2011
Berat Yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991
Penetrasi pada TFOT	SNI 06-2440-1991

5. Pengujian Karakteristik *Filler*

Spesifikasi Umum Jenderal Bina Marga 2018 tidak mencantumkan nilai batas berat jenis *filler* namun tetap di uji karakteristiknya untuk mendapatkan komposisi pada campuran AC-WC. *Filler* yang digunakan adalah Semen *Portland*.

6. Komposisi campuran AC-WC

Komposisi campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi yang berdasarkan pada Direktorat Jenderal Bina Marga. Rancangan komposisi campuran AC-WC yang digunakan adalah campuran aspal panas (*Hot mix*) yang terdiri dari komponen-komponen agregat yang merupakan komponen terbesar dalam campuran, *filler* sebagai komponen pengisi, dan aspal sebagai komponen pengikat dimana cara pencampurannya melalui proses pemanasan. Komposisi campuran terdapat pada tabel dibawah :

Tabel 3. Komposisi campuran yang direncanakan

Nomor	% Berat yang Lulus terhadap Total

Tabel 4. Kadar aspal dalam campuran AC-WC

Kadar aspal rancangan (%)	1	2	3	4	5
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)
Berat aspal (gr)	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50
	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00

Kadar Aspal (%)	AC-WC	
	Jumlah Benda Uji (buah)	
	Pengujian Marshall Konvensional	Pengujian Marshall Immersion
5,50	3	
6,00	3	
6,50	3	3
7,00	3	
7,50	3	
Total	15	3

Jumlah benda uji yang digunakan pada Pengujian *Marshall* Konvensional, yaitu 18 buah, dan pada

Saringan	Agregat dalam Campuran	
	Spesifikasi Gradasi (AC-WC)	
Spesifikasi Gradasi	Gradasi	Rancangan Campuran
1½		
1		
¾	100	100
½	90 – 100	95
3/8	77 – 90	83,5
4	53 – 69	61
8	33 – 53	43
16	21 – 40	30,5
30	14 – 30	22
50	9 – 22	15,5
100	6 – 15	10,5
200	4 – 9	6,5

Untuk perhitungan Komposisi aspal Dalam Campuran AC-WC kadar aspal dengan interval 0,5% selanjutnya bisa dilihat di Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Kadar aspal dalam campuran AC-WC

pengujian *Marshall Immersion* yaitu 3 buah, jadi total benda uji yang digunakan yaitu 18 buah. Berikut tabel jumlah benda uji :

Tabel 5. Jumlah benda uji

7. Pengujian *Marshall* Konvensional

Pengujian *Marshall* Konvensional dilakukan untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran beton aspal. Setelah pengujian dilakukan, kemudian didapatkan nilai stabilitas dan kelelahan campuran aspal, selanjutnya dilakukan perhitungan parameter *Marshall* yaitu nilai VMA, VIM, VFB, Stabilitas dan Flow untuk mendapatkan kadar aspal optimum.

8. Penentuan KAO Campuran AC-WC.

Benda uji yang telah melalui tes *Marshall* Konvesional, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum. Data-data yang telah diperoleh diolah kemudian dimasukkan ke tabel *Hot Mix* Desain metode *Marshall* sehingga akan didapat hasil stabilitas, *flow*, kepadatan campuran, dan kepadatan agregat yang di dapatkan. Kepadatan campuran dipadatkan dengan kandungan bitumen. Kadar aspal yang optimal harus disesuaikan dengan fungsi dari campuran AC-WC kedap air, oleh karena itu harus dipilih kandungan aspal dengan rongga yang lebih kecil (VIM) pada campuran tersebut.

9. Pengujian Marshall *Immersion*

Tes ini prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar, dimana yang membedakan waktu perendaman selama 24 jam dalam suhu konstan 60° C sebelum pembebangan diberikan. Tes ini dirancang untuk mengetahui kemampuan campuran dalam waktu perendaman, suhu dan air (SNI 06-2489-1991)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Karakteristik Agregat, Berat Jenis *Filler* dan Aspal

Dari pengujian yang telah dilakukan pada karakteristik agregat kasar dan halus dari Sungai Masuppu Kecamatan Masanda, sehingga data karakteristik agregat bisa dilihat pada Tabel 6 dibawah :

Tabel 6. Hasil pengujian karakteristik agregat

No.	Percobaan	Hasil
1	Keausan dengan Mesin <i>Los Angels</i>	

Fraksi (A)	2,44
Fraksi (B)	3,60
Fraksi (C)	2,88
Fraksi (D)	4,64
	2,59
2 Berat Jenis dan Absorpsi	2,66
Agregat Kasar	2,77
	2,51
	2,54
3 Berat Jenis dan Absorpsi	2,66
Agregat Halus	2,69
	0,60
4 Analisa Saringan	
3/4"	94,13
1/2"	88,71
3/8"	77,37
No.4	59,63
No.8	45,41
No. 16	35,25
No.30	25,28
No.50	17,14
No.100	10,58
No.200	6,14
PAN	0,00
5 Uji Material Lolos Saringan no. 200	6,20
6 Sand Equivalent	98,44
Nilai Setara Pasir	1,56
7 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	>98

Dari hasil pengujian berat jenis *filler* bisa dilihat di tabel 7 dibawah ini. *Filler* yang digunakan adalah Semen *Portland*.

Tabel 7. Hasil berat jenis *filler*

Jenis Pemeriksaan	Hasil Penelitian	Keterangan
Berat Jenis <i>Filler</i>	3.09	Memenuhi

Tabel 7. Hasil pengujian karakteristik aspal

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
Penetrasasi pada 25°C	66.7	Memenuhi
Daktilitas pada 25°C	150	Memenuhi
Titik Lembek (°C)	50.2	Memenuhi
Titik Nyala (°C)	290	Memenuhi
Berat Jenis Aspal	1.015	Memenuhi
Berat Yang Hilang (%)	0.434	Memenuhi
Penetrasasi pada TFOT	84.7	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* karakteristik campuran AC-WC bisa dilihat di Tabel 8 dibawah :

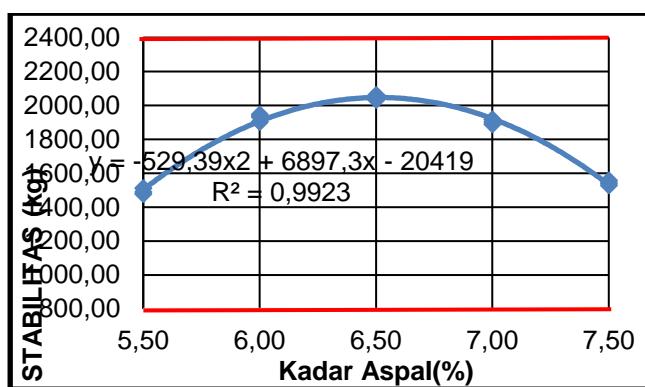
2. Analisis Campuran AC-WC

Tabel 8. Hasil pengujian *marshall* karakteristik campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	Stabilitas	VIM	Flow	VMA	VFB
Persyaratan	Minimal 800 (Kg)	3-5 (%)	2-4 (mm)	Min. 15 (%)	Min. 65 (%)
5,50	1491,80	4,58	2,90	16,50	72,22
6,00	1925,95	4,27	2,40	17,42	75,46
6,50	2046,02	3,95	2,30	18,32	78,46
7,00	1901,93	3,55	2,60	19,16	81,47
7,50	1541,72	3,20	3,50	20,04	84,01

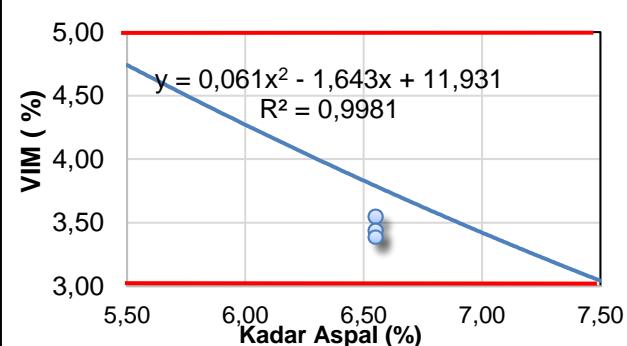
Analisis terhadap Stabilitas

Berdasarkan Gambar 2 serta persamaan garis $y = -529,39x^2 + 6897,3x - 20419$. Menunjukkan bahwa nilai stabilitas setiap kadar aspal mengalami peningkatan pada kadar aspal 5,50%-6,51% kemudian mengalami penurunan pada kadar aspal 6,51%-7,50%. Jadi stabilitas tertinggi terdapat pada kadar aspal 6,51%.



Gambar 2. Hubungan kadar aspal dengan stabilitas campuran AC-WC

Analisa terhadap VIM (Void in Mix)

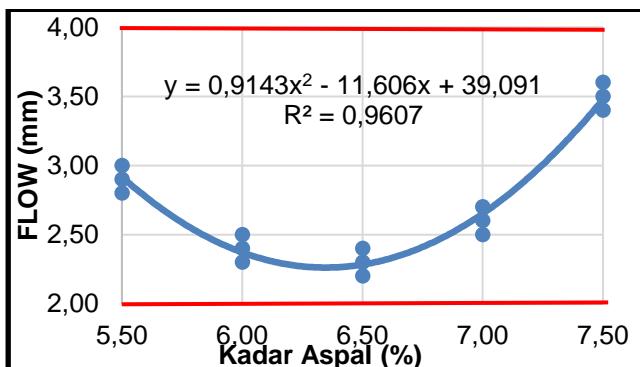


Gambar 3. Hubungan kadar aspal dengan VIM

Berdasarkan Gambar 3 dan serta persamaan garis $y = 0,061x^2 - 1,643x + 11,931$. Menunjukkan nilai VIM mengalami penurunan dari kadar aspal 5,50% - 7,50 %.

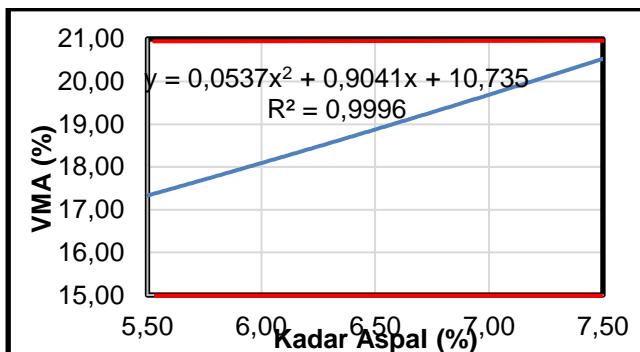
Analisis Terhadap Flow

Berdasarkan Gambar 4 serta persamaan garis $y = 0,9143x^2 - 11,606x + 39,091$. Menunjukkan bahwa nilai Flow menurun pada setiap kadar aspal 5,50%-6,35% dan mengalami peningkatan pada kadar aspal 6,35%-7,50%.



Gambar 4. Hubungan kadar aspal terhadap flow

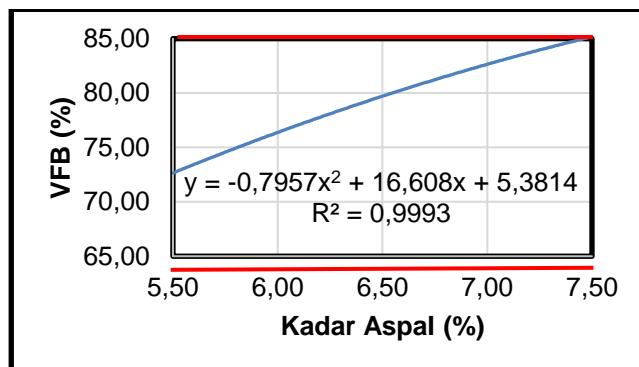
Analisis Terhadap VMA (*Void in Mineral Aggregate*)



Gambar 5. Hubungan kadar aspal terhadap VMA

Berdasarkan Gambar 5 beserta persamaan garis $y = 0,0537x^2 + 0,9041x + 10,735$. Menunjukkan bahwa VMA mengalami kenaikan sampai kadar aspal 7,50 %.

Analisis Terhadap VFB (*Void Filled With Bitumen*)

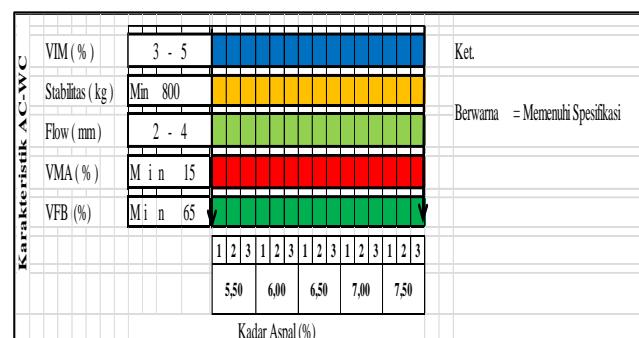


Gambar 6. Hubungan kadar aspal terhadap VFB

Berdasarkan Gambar 6 serta persamaan garis menunjukkan $y = -0,7957x^2 + 16,608x + 5,3814$. Menunjukkan VFB mengalami peningkatan hingga pada kadar aspal 7,50 %.

3. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil analisis karakteristik campuran AC-WC dapat diketahui bahwa kandungan aspal yang sebenarnya pada campuran AC-WC adalah kandungan aspal yang memenuhi semua standar atau karakteristik campuran AC-WC. Untuk Campuran AC-WC, tingkat aspal aktual berkisar dari 5,50% hingga 7,50%.



Gambar 7. Diagram analisis kadar aspal optimum campuran AC-WC

4. Stabilitas Marshall Sisa

Nilai stabilitas Marshall sisa pada campuran AC-WC bisa dilihat di Tabel dibawah :

Tabel 9. Stabilitas marshall sisa untuk campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	Konvensional	Stabilitas Immersion	Stabilitas Marshall Sisa (%)	Ketentuan
7,5	1556,13	1556,13	100,00	≥ 90
7,5	1527,31	1512,90	99,06	

7,5	1541,72	1527,31	99,07
Rata-rata	1541,72	1532,11	99,37
MINIMAL	1527,31	1512,90	99,06
MAXIMAL	1556,13	1556,13	100,00

Pada hasil pengujian *Marshall Immersion* didapatkan stabilitas *Marshall* sisa sebesar 99,37 % untuk campuran AC-WC dengan kadar aspal 7,50%. Nilai stabilitas *Marshall* sisa telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) $\geq 90\%$ [11]. Berdasarkan nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa campuran AC-WC menggunakan agregat dari Sungai Masuppu di wilayah Masanda dapat menahan suhu dan lama terendam dalam air.

.KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik agregat dari Sungai Masuppu Kecamatan Masanda, karakteristik aspal, dan berat jenis *filler* untuk campuran AC-WC mencapai Spesifikasi Umum Jenderal Bina Marga 2018.

Komposisi campuran AC-WC dengan menggunakan Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda yaitu agregat kasar, agregat halus dan *Filler* telah memenuhi Spesifikasi Umum Jenderal Bina Marga 2018.

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik campuran AC-WC diperoleh karakteristik campuran beraspal semua memenuhi spesifikasi yaitu stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFB yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Jenderal Bina Marga 2018. Hasil uji *Marshall Immersion* (Stabilitas *Marshall* Sisa) pada campuran AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Masuppu Kecamatan Masanda memenuhi standar/spesifikasi umum, yaitu 99,37% $> 90\%$.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam penggunaan agregat Sungai Masuppu Kecamatan Masanda untuk campuran Lapis Aspal Beton, Lapis Tipis Aspal Beton dan jenis perkerasan lainnya. Seperti campuran AC-BASE, HRS-BASE dan HRS WC.

Dari hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan Pemerintah Kabupaten Tana Toraja dan Pemerintah

Kabupaten Mamasa dalam penggunaan agregat Sungai Masuppu Kecamatan Masanda dalam campuran AC-WC.

Perlu dilakukan pengecekan kondisi alat-alat di laboratorium untuk mengetahui kondisi alat agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2012, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta Selatan: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [2] S, Sukirman, 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova, Bandung.
- [3] Atkins, Harold N; 1997, *Highway Materials, Soils and Concretes*, 3th Edition Prentice Hall. New Jersey: New Jersey.
- [4] Laboratorium Jalan dan Aspal, 2018. *Metode Pengujian Agregat, Bahan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum*. Makassar: Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.
- [5] S, Sukirman; 2013, *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- [6] Roma, 2020. *Pemanfaatan Batu Gunung Kongkang Kesu' Kabupaten Toraja Utara Dalam Campuran AC-WC*. Makassar: Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.
- [7] D. N. Bunga, R. Rachman end M. Selintung, 2019, "Effect of Collision Variation towards the Index Retained Strength of Mixed Asphalt Concrete Wearing Course," International Journal of Scientific Engineering and Science, vol. 3, nr. 8, pp. 61-64.
- [8] R. Rachman, 2019, "Karakteristik Campuran HRS – BASE Menggunakan Bubuk Dolomit Sebagai Filler," in Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-13 [KoNTekS-13], Banda Aceh.
- [9] Wendani, Nilamsari; 2020, *Studi penggunaan agregat Sungai Bittuang sebagai Bahan Campuran AC-WC*. Makassar: Universitas

Kristen Indonesia Paulus Makassar.

- [10] Paretanan, E.,2020, *Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Masanda Kabupaten Tana Toraja*. Makassar: Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, 2020.
- [11] R. Rachman, 2020, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi* , vol. 6, nr. 1, pp. 20-30.
- [12] Alpius, 2019, "Campuran HRS-WC Menggunakan Agregat Batu Gunung Desa Palipu Kecamatan Mengkendek Tana Toraja," Prosiding. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*. Volume. 13. Nomor 1. Hlm. 431 – 441.
- [13] Laboratorium Aspal, 2019. *Panduan Praktikum*

Jalan dan Aspal Teknik Sipil UKI-PAULUS. Makassar: Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, 2019.

- [14] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018. *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Jalan Dan Jembatan*. Jakarta Selatan: Direktorat Jenderal Bina Marga.