

Pemanfaatan Agregat Sungai Lamasi Kabupaten Luwu Sebagai Campuran Lapisan Aspal Beton AC-WC

Inggrid Max Batara*¹, Robert Mangontan*², Alpius*³

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

*^{2*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
robertm@ukipaulus.ac.id dan alpiusnini@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk pengujian karakteristik campuran Laston AC-WC yang menggunakan batu sungai dari Kabupaten Luwu. Metode dalam penelitian ini adalah melakukan serangkaian pengujian karakteristik agregat kasar, halus, dan *filler* kemudian merancang komposisi campuran Laston AC- WC serta pengujian Marshall untuk mendapatkan karakteristik campuran dan pengujian Marshall *immertion* untuk memperoleh indeks perendaman (IP) / Indeks kekuatan sisa (IKS)/ durabilitas campuran berkadar aspal optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik bahan perkerasan berupa batu sungai dari Kabupaten Luwu, memenuhi spesifikasi sebagai bahan lapisan perkerasan jalan. Melalui Uji Marshall diperoleh karakteristik campuran Laston AC-WC dengan kadar aspal 5,50%, 6,00%, 6,50% , 7,00%, 7,50%. Hasil pengujian marshall *immertion* campuran laston AC-WC dengan kadar aspal optimum 7,50 % diperoleh Indeks Perendaman (IP) / Indeks Kekuatan Sisa (IKS) 95,37%, memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6.

Kata Kunci : characteristics, AC-BC,

ABSTRACT

This research is intended to test the characteristics of the Laston AC-WC mixture using river stones from Luwu Regency. The method in this research is to carry out a series of tests for the characteristics of coarse, fine, and *filler* aggregates then design the composition of the Laston AC-WC mixture and Marshall test to obtain mixed characteristics and Marshall *immertion* testing to obtain immersion index (IP) / residual strength index (IKS) / optimum asphalt mixture durability. The results showed that the characteristics of the pavement material in the form of river stones from Luwu Regency, met the specifications as a road pavement coating material. Through the Marshall test, the characteristics of the Laston AC-WC mixture were obtained with asphalt content of 5.50%, 6.00%, 6.50%, 7.00%, 7.50%. The results of the Marshall *Immertion* test of the laston AC-WC mixture with asphalt content The optimum 7.50% obtained an Immersion Index (IP) / Remaining Strength Index (IKS) of 95.37%, fulfilling the requirements of the General Specifications 2018 Division 6.

Keywords: characteristics, AC-BC

PENDAHULUAN

Sungai Lamasi yang terletak di Desa Padang Kalua Kecamatan Lamasi Kabupaten Luwu merupakan daerah yang memiliki sumber material berupa batu dan pasir sungai. Namun penggunaan batu dan pasir sungai, sejauh ini hanya sebatas bahan bangunan (pondasi) dan penimbunan jalan rusak, belum digunakan sebagai bahan dasar lapisan perkerasan jalan. Di daerah Lamasi Kabupaten Luwu selama ini sudah dalam pembangunan jalan tetapi agregat yang digunakan didatangkan dari daerah lain sehingga biaya yang dikeluarkan cukup banyak. Oleh karena itu untuk mengetahui apakah agregat yang terdapat pada Sungai Lamasi baik digunakan untuk lapisan aspal beton maka perlu dilakukan pengujian atau penelitian pada laboratorium untuk mengetahui seberapa baik agregat yang terdapat pada Sungai

Lamasi, paling tidak untuk daerah itu sendiri tanpa harus mendatangkan bahan-bahan dari luar sehingga potensi sumber agregat yang ada di daerah tersebut dapat memenuhi kebutuhan material perkerasan jalan masa yang akan datang.

Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik Batu Sungai Lamasi Desa Padang Kalua Kecamatan Lamasi Kabupaten Luwu melalui pengujian karakteristik agregat, mengetahui komposisi campuran Laston AC-WC yang memakai agregat Sungai Lamasi Desa Padang Kalua Kecamatan Lamasi Kabupaten Luwu, dan mengetahui hasil pengujian Marshall Konvensional dan indeks kekuatan sisa pada campuran Laston AC-WC dengan Marshall Immersion.



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Agregat
Beberapa penelitian sejenis yang meneliti tentang bahan campuran beton aspal AC-WC antara lain Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston [1]. Pengaruh Variasi tumbukan Terhadap Indeks Kekuatan sisa pada campuran AC-WC [2]. Karakteristik campuran beton

aspal (ac-wc) dengan menggunakan variasi kadar filler abu terbang batu bara [3]. Kajian Penggunaan Abu Ampas tebu sebagai bahan pengisi terhadap karakteristik aspal beton karakteristik campuran panas asphalt concrete wearing course (ac-wc) menggunakan semarbut tipe 4 sebagai binder [4]. Pengaruh penambahan serat tebu terhadap durabilitas Campuran Laston AC-WC [5]. Studi Durabilitas dan Permeabilitas Campuran Laston BC Menggunakan Bahan tambah kelapa sawit [6]. Studi Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah [7].

METODE

Komposisi campuran untuk laston AC-WC yaitu agregat kasar (Batu pecah) dari Sungai Lamasi, Agregat halus (Abu batu) dari Sungai Lamasi, Bahan Pengikat (aspal penetrasi 60/70), dan Bahan Pengisi (*filler*) berasal dari semen.

Tabel 1. Komposisi aspal dalam campuran AC-WC

Kadar aspal rancangan (%)	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50
Berat aspal (gr)	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00

Tabel 2. Jumlah benda uji campuran

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

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan agregat halus mengacu pada metode atau standar SNI 03-1968-1990. Dengan rumus sebagai berikut :

$$X (\%) = 100\% - \text{Kumulatif}(\%) \quad (1)$$

$$Y (\%) = \sum \frac{W_{10} (\text{gram})}{W_{11} (\text{gram})} \quad (2)$$

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mengacu pada standar rujukan SNI 03-1969-1990.

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus mengacu pada standar rujukan SNI 03-1970-1990.

Berat jenis *bulk* (atas dasar kering oven)

$$\text{Berat jenis } bulk = \frac{W_7}{W_8 - W_9} \quad (3)$$

Berat jenis *bulk* (atas dasar kering permukaan)

$$\text{Berat jenis } bulk = \frac{W_8}{W_8 - W_9} \quad (4)$$

Berat jenis semu

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{W_7}{W_8 - W_9} \quad (5)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_8 - W_9}{W_9} \quad (6)$$

Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dan SE (*Sand Equivalent*) mengacu pada standar rujukan SNI 03-4428-1997. Dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{SE (Sand Equivalent)} = \frac{S_p}{S_t} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Kadar lumpur} = 100\% - \text{SE} \quad (8)$$

Pengujian keausan (Abrasion)

Pengujian Keausan (*Abration*) ini mengacu pada standar rujukan SNI 03-2417-1991. Dihitung dengan rumus :

$$\text{Keausan} = \frac{W_{12} - W_{13}}{W_{12}} \quad (9)$$

Pemeriksaan indeks kepipihan dan kelonjongan

Pemeriksaan indeks kepipihan dan kelonjongan mengacu pada standar rujukan ASTM D – 4791. Dihitung dengan rumus :

$$\text{Indeks Kepipihan (\%)} = \frac{W_{12}(\text{gram})}{W_{13}(\text{gram})} \times 100\% \quad (10)$$

$$\text{Indeks Kelonjongan (\%)} =$$

$$\frac{W_{12}(\text{gram})}{W_{13}(\text{gram})} \times 100\% \quad (11)$$

Pemeriksaan material lolos saringan No.200

Pemeriksaan material lolos saringan No.200 mengacu pada standar rujukan SNI 03-4142-1996. Dihitung dengan rumus:

Berat kering benda uji awal :

$$w_3 = w_1 - w_2 \quad (12)$$

Berat kering benda uji sesudah pencucian :

$$w_5 = w_4 - w_2 \quad (13)$$

Bahan lolos saringan 200 :

$$w_6 = \frac{w_3 - w_5}{w_3} \times 100\% \quad (14)$$

Indeks kekuatan sisa

Indeks kekuatan sisa dianalisis dari data-data hasil pengujian terhadap sifat-sifat mekanik benda uji (stabilitas dan *flow*) dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama diuji Stabilitas Marshallnya dengan perendaman dalam air pada suhu 60°C selama waktu T_1 dan kelompok kedua diuji setelah perendaman pada suhu 60°C selama T_2 (Hunter, 2005).

$$\text{IKS} = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \quad (15)$$

Dimana:

S_1 = nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama T_1 menit (kg).

S_2 = nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama T_2 menit (kg).

IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Keausan Dengan Alat Abrasi Los Angeles

Hasil pengujian keausan agregat dengan menggunakan Alat Abrasi Los Angeles diperoleh nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan dari Fraksi A adalah 5,92%, Fraksi B adalah 7,48%, Fraksi C adalah 5 % dan Fraksi D adalah 7,44 %. Dari semua hasil pengujian, tiap fraksi memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu dengan nilai maksimum 40%. Sehingga, dapat diketahui bahwa agregat dari Sungai Lamasi, Kabupaten Luwu yang digunakan sebagai bahan lapisan permukaan jalan dapat tahan terhadap keausan akibat gesekan antara agregat dengan agregat atau agregat dengan roda kendaraan.

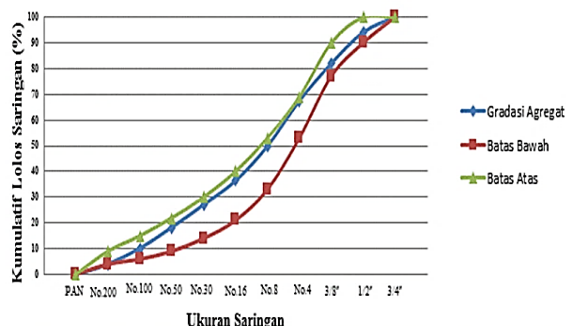
Hasil pengujian berat jenis bulk dan penyerapan air agregat kasar

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang menggunakan dua sampel diperoleh nilai untuk Berat Jenis *Bulk* adalah 2,54, berat jenis SSD adalah 2,56, berat jenis semu adalah 2,59 dan Penyerapan Air adalah 0,70%. Semua hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu untuk Berat Jenis *Bulk*, Berat Jenis SSD dan Berat Jenis Semu adalah minimal 2,5 dan Penyerapan Air maksimal 3% atau dapat dikatakan bahwa penyerapan agregatnya kecil.

Hasil pengujian berat jenis bulk dan penyerapan air agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus diperoleh nilai untuk Berat Jenis *Bulk* adalah 2,59, Berat Jenis SSD adalah 2,63, Berat Jenis Semu adalah 2,69 dan Penyerapan Air adalah 1,31%. Semua hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu untuk Berat Jenis *Bulk*, Berat Jenis, Berat Jenis Semu adalah minimal 2,5 dan Penyerapan Air maksimal adalah 3%.

Hasil pengujian analisa saringan HRS-WC



Gambar 2. Grafik analisa saringan

Dari hasil pengujian Analisa Saringan Agregat diperoleh nilai dari setiap saringan mulai dari analisa saringan agregat kasar 3/4, 1/2, 3/8, No4. Dan untuk analisa saringan agregat halus mulai dari saringan No8, No16, No30, No50, No100, No200. Dan PAN (filler). Telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Hasil pengujian material lolos saringan No. 200

Dari hasil pengujian material lolos saringan No. 200 diperoleh hasil 1,2 sehingga memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu maksimal 10%. Dapat diketahui bahwa agregat dari Sungai Lamasi, Kabupaten Luwu bersih dari lempung dan lanau.

Hasil pengujian nilai setara pasir (Sand Equivalent)

Hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada lampiran A-11 dimana dari hasil pengujian kadar lumpur diperoleh hasil rata-rata untuk nilai Sand Equivalent (SE) adalah 97,64% dan kadar lumpur 2,36%. Keduanya memenuhi Spesifikasi Umum BinaMarga 2018 yaitu minimal 60% untuk Sand Equivalent dan maksimal 5% untuk kadar lumpur.

Hasil pengujian partikel pipih dan lonjong

Hasil Pengujian Partikel Pipih dan Lonjong Agregat Kasar dapat dilihat pada lampiran A-10. Dari hasil pengujian partikel pipih dan lonjong agregat kasar diperoleh partikel pipih yaitu 9,82%, 8,75%, 7,76%, dan 0,00%. Dan partikel lonjong yaitu 9,84%, 9,39%, 4,30%. Kedua nilai tersebut telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu maksimal 10%.

Hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal

Dari hasil pengujian Kelekatan Aspal diperoleh nilai kelekatan aspal sebesar 98,00 dimana memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimum 95%.

Data Analisis Campuran Beraspal

Tabel 3. Komposisi campuran

Kadar aspal (%)	5,50%	6,00%	6,50%	7,00%	7,50%
Berat agregat (gram)	1134	1128	1122	1116	1110
Berat aspal (gram)	66	72	78	84	90
Berat campuran (gram)	1200	1200	1200	1200	1200

Tabel 4. Bulk Spesific Gravity dan Effective Spesific Gravity

Kadar Aspal (%)	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50
Bulk Spesific Gravity Agregat	2,73	2,75	2,76	2,78	2,79
Effective Spesific Gravity Agregat	2,77	2,78	2,80	2,81	2,83

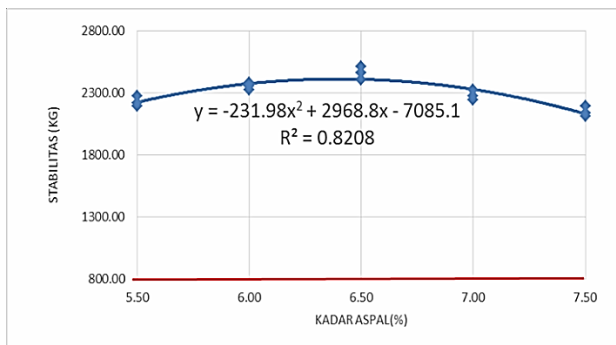
Tabel 5. Hasil pengujian Marshall campuran

PERSYARATAN	Min 800 (kg)	3-5 (%)	2-4 (mm)	Min 14 (%)	Min 65 (%)
Kadar ASPAL (%)	Stabilitas	VIM	Flow	VMA	VFB
5,50	2273,39	4,76	3,10	16,49	71,11
6,00	2192,20	4,78	3,12	16,51	71,03
6,50	2219,26	4,70	3,14	16,43	71,40
7,00	2354,58	4,46	2,86	17,37	74,31
7,50	2327,52	4,48	2,79	17,38	74,23

Analisis stabilitas

Tabel 6. Nilai stabilitas

Kadar Aspal (%)	5.5	6	6.5	7	7.5
STABILITAS	2273.39	2354.58	2408.71	2327.52	2192.20
	2192.20	2327.52	2462.84	2273.39	2138.07
	2219.26	2381.65	2516.97	2246.32	2111.00
Rata-Rata	2228.28	2354.58	2462.84	2282.41	2147.09
Persyaratan	Min 800 kg				



Gambar 3. Hubungan stabilitas

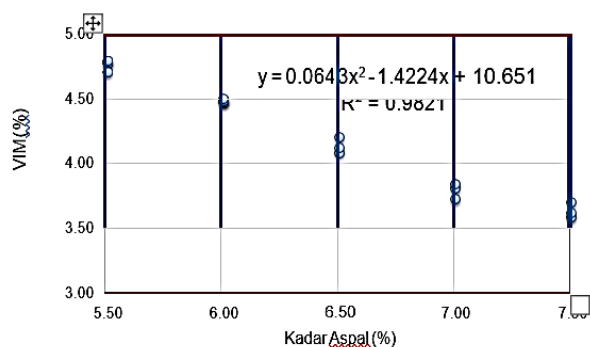
Dengan menggunakan kadar aspal 5,50%-7,50% diperoleh nilai stabilitas untuk kadar aspal 5,50% sebesar 2228.28 kg, untuk kadar aspal 6% mengalami kenaikan sebesar 2354.58 kg, untuk kadar aspal 6,50% mengalami kenaikan sebesar 2462.84 kg, untuk kadar aspal 7,00% mengalami penurunan sebesar 2282.41 kg dan untuk kadar

aspal 7,50% juga mengalami penurunan sebesar 2147.09 kg. Semua nilai Stabilitas dengan kadar aspal 5,50%-7,50% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Dari nilai stabilitas yang semakin meningkat ini dapat dilihat bahwa nilai stabilitas tertinggi diperoleh dari campuran berkadar aspal 6,50% yaitu 2462.84 kg. Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa penggunaan kadar aspal yang sedikit dalam campuran Laston AC-WC akan menghasilkan selimut aspal yang tipis pada permukaan agregat yang mengakibatkan ikatan antar agregat (Interlocking) menjadi lemah sehingga stabilitas campuran kecil, tetapi jika aspal bertambah lagi maka ikatan antar agregat menjadi kuat / stabilitas campuran besar. Kemudian jika aspal bertambah banyak lagi maka selimut aspal menjadi lebih tebal yang akan mengakibatkan ikatan antar agregat atau stabilitas campuran kembali menurun.

Analisis terhadap VIM

Tabel 7. Nilai VIM

Kadar Aspal (%)	5.5	6	6.5	7	7.5
VIM	4.76	4.46	4.08	3.80	3.58
	4.78	4.48	4.20	3.72	3.69
	4.70	4.50	4.12	3.84	3.61
Rata-Rata	4.75	4.48	4.13	3.79	3.63
Persyaratan	3-5 (%)				



Gambar 4. Nilai VIM

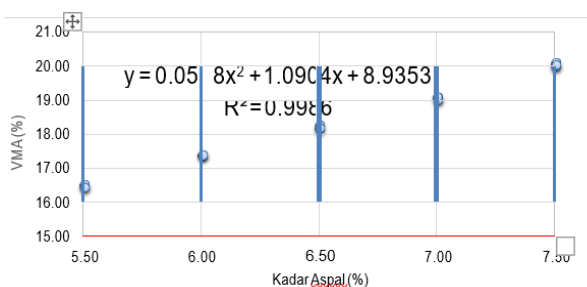
Dengan menggunakan kadar aspal 5,50%-7,50% diperoleh nilai VIM untuk kadar aspal 5,50% didapatkan nilai sebesar 4.75%, untuk kadar aspal 6 % mengalami penurunan sebesar 4.48%, untuk kadar aspal 6,50% mengalami penurunan sebesar

4.13%, untuk kadar aspal 7,00 % mengalami penurunan sebesar 3.79% dan untuk kadar aspal 7,50 % juga mengalami penurunan sebesar 3.63%. Semua nilai VIM dengan kadar aspal 5,00%-7,00% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Berdasarkan Gambar 8 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM semakin kecil begitu pula sebaliknya, apabila kadar aspal yang digunakan semakin kecil maka nilai VIM akan semakin besar, hal ini karena aspal berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga didalam campuran beraspal. Penggunaan kadar aspal yang banyak selain mengurangi volume rongga udara dalam agregat, kadar aspal yang banyak juga dapat merubah bentuk plastis campuran dan merubah kekuatan / kemampuan campuran.

Analisa VMA

Tabel 8. Nilai VMA

Kadar Aspal (%)	5.5	6	6.5	7	7.5
VMA	16.49	17.37	18.17	19.07	20.01
	16.51	17.38	18.27	19.00	20.10
	16.43	17.40	18.20	19.10	20.03
Rata-Rata	16.48	17.38	18.22	19.06	20.05
Persyaratan	Min 15				



Gambar 5. Nilai VMA

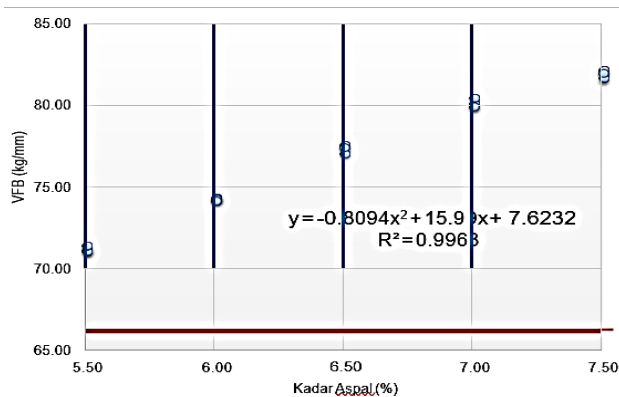
Dengan menggunakan kadar aspal 5,50% - 7,50% diperoleh nilai VMA untuk kadar aspal 5,50% diperoleh nilai sebesar 16.48%, untuk kadar aspal 6,00% kenaikan sebesar 17.38%, untuk kadar aspal 6,50% mengalami kenaikan sebesar 18.22%, untuk kadar aspal 7,00 % mengalami kenaikan sebesar

19.06% dan untuk kadar aspal 7,50% juga mengalami kenaikan sebesar 20.05 mm. Semua kadar aspal memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya aspal yang digunakan, karena fungsi aspal selain menyelimuti (aspal efektif) juga berfungsi untuk mengisi rongga diantara agregat dan dalam partikel agregat. Dari Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa semakin banyak aspal yang di gunakan maka rongga dalam agregat yang terisi aspal semakin besar sehingga nilai VMA akan meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh suhu pemadatan yang berkurang sebelum aspal sempat mengisi rongga-rongga pada partikel agregat, sehingga selimut aspal akan menjadi tebal. Karena fungsi aspal selain menyelimuti agregat (aspal efektif) juga berfungsi untuk mengisi rongga diantara agregat dan dalam partikel agregat.

Analisis VFB

Tabel 9. Nilai VFB

Kadar Aspal (%)	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
VFB	71.11	74.31	77.55	80.05	82.12
	71.03	74.23	77.03	80.42	81.62
	71.40	74.15	77.39	79.89	81.97



Gambar 6. Nilai VFB

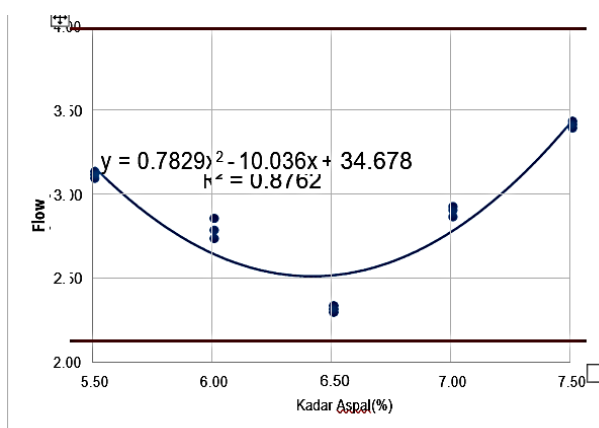
Dengan menggunakan kadar aspal 5,50% - 7,50% diperoleh nilai VFB untuk kadar 5,50 % diperoleh nilai

sebesar 71,18 %, untuk kadar aspal 6,00% mengalami kenaikan sebesar 74.23%, untuk kadar aspal 6,50% mengalami kenaikan sebesar 77.32%, untuk kadar aspal 7,00 % mengalami kenaikan sebesar 80.12% dan untuk kadar aspal 7,50% juga mengalami kenaikan sebesar 81.90%. Semua kadar aspal memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Penggunaan kadar aspal yang sedikit mengurangi nilai VFB, karena penurunan kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin sedikit terisi aspal. Begitupun sebaliknya penggunaan kadar aspal yang banyak memperbesar VFB, karena peningkatan kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin banyak terisi aspal.'

Analisis Flow

Tabel 9. Nilai flow

Kadar Aspal (%)	5.5	6	6.5	7	7.5
FLOW	3.10	2.86	2.30	2.91	20.01
	3.12	2.79	2.32	2.87	20.10
	3.14	2.74	2.34	2.93	20.03
Rata-Rata	3.12	2.80	2.32	2.90	20.05



Gambar 7. Nilai flow

Dengan menggunakan kadar aspal 5,50%-7,50% diperoleh nilai Flow untuk kadar aspal 5,50% diperoleh nilai sebesar 3,12 mm, untuk kadar aspal 6,00% mengalami penurunan sebesar 2.80 mm,

untuk kadar aspal 6,50% mengalami penurunan sebesar 22.32 mm, untuk kadar aspal 7,00% mengalami kenaikan 2,90 mm dan untuk kadar aspal 7,50% juga mengalami kenaikan sebesar 20.05 mm. Semua nilai Flow dengan kadar aspal 5,00% -7,00% telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Jika penggunaan aspal dalam campuran beraspal kecil maka ikatan antar agregatnya berkurang yang menyebabkan kelelahan besar. Tetapi jika penggunaan aspal bertambah banyak maka ikatan antar agregat dalam campuran menjadi lebih kuat yang mengakibatkan kelelahan campuran menurun, kemudian jika penggunaan aspal bertambah banyak lagi maka selimut aspal menjadi lebih tebal yang mengakibatkan kekuatan campuran berkurang tetapi kelelahan bertambah besar, yang artinya kekuatan campuran / stabilitas akan berbanding terbalik dengan kelelahan campuran / Flow.

Kadar Aspal Optimum

Untuk campuran Laston AC-WC dipilih yang memiliki nilai *Flow* (kelenturan) terbesar yaitu pada kadar aspal 7.50 % karena campuran Laston AC-WC adalah bagian dari lapis permukaan yang merupakan bagian perkerasan yang paling atas dan juga dipilih nilai VIM terkecil karena fungsi campuran Laston AC-WC adalah lapisan pelindung sehingga dengan semakin kecilnya nilai VIM diharapkan campuran lebih kedap air.

Diagramanalisis Kadar Aspal Optimum												
KARAKTERISTIK Aspal Beton 10	VIM (%)	3.0 - 5.0										Ket
	Stabilitas (kg)	Min 8 0 0										Tidak Berwarna = Tidak Memenuhi
	Flow (mm)	2.0 - 4.0										Spesifikasi
	VMA (%)	Min 15										Berwarna = MemenuhiSpesifikasi
	VFB (kg/mm)	Min 65										
				5.50	6.00	6.50	7.00	7.50				
			Kadar Aspal (%)									

Gambar 8. Diagram kadar aspal optimum

Indeks Kekuatan Sisa

Setelah penentuan kadar aspal optimum, maka langkah selanjutnya adalah membuat benda uji berdasarkan kadar aspal optimum, yaitu 7,50% untuk Campuran Laston AC-WC yang kemudian direndam selama ± 24 jam pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Untuk mendapatkan nilai indeks perendaman / indeks kekuatan sisa dari campuran..

Tabel 10. Indeks kekuatan sisa

Kadar Aspal (%)	Stabilitas		Indeks Perendaman / Indeks Kekuatan Sisa / Durabilitas (%)
	Konvensional	Immersion	
7.50	1089,73	1049,37	96,30
7.50	1062,82	995,56	93,67
7.50	1049,37	1009,01	96,15
Rata-rata	1067,31	1017,98	95,37

Dari hasil pengujian Marshall Immersion diperoleh indeks perendaman sebesar 95,37% untuk campuran Laston AC-WC dengan kadar aspal 7,50%. Nilai indeks perendaman ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yaitu minimal 90%. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa perkerasan jalan yang menggunakan Agregat dari Sungai Lamasi dalam campuran Laston AC- WC dapat tahan terhadap suhu dan lamanya perendaman dalam air.

PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan komposisi campuran Laston AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Lamasi didapatkan hasil yaitu agregat kasar 36,75%, agregat halus 50%, Filler 69% dengan kadar aspal optimum 7,50%. VIM menurun dari kadar aspal 5,50% sampai pada kadar aspal 7,50%. Stabilitas meningkat dari kadar aspal 5,5%-6,5%. *Flow* menurun dari kadar aspal 5,5%-6,5%. VMA mengalami kenaikan dari kadar aspal 5,50% sampai pada kadar aspal 7,50%. VFB mengalami kenaikan dari kadar aspal 5,50% sampai pada kadar aspal 7,50%.

Hasil pengujian *Marshall Immersion* diperoleh indeks perendaman / indeks kekuatan sisa sebesar 95,37% untuk campuran Laston AC-WC, artinya campuran tahan terhadap suhu, lamanya perendaman. Nilai

indeks perendaman ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

KESIMPULAN

Karakteristik agregat Sungai Lamasi Kabupaten Luwu dan aspal penetrasi 60/70 telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018.

Komposisi campuran Laston AC-WC yaitu agregat kasar 36,75%, agregat halus 50%, Filler 69% dengan kadar aspal optimum 7,50%. Nilai pengujian *Marshall Konvensional* campuran Laston AC-WC dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) 7,50% yaitu nilai VIM sebesar 3,63%, nilai Stabilitas sebesar 2147,09 kg, nilai VMA sebesar 20,05%, nilai VFB sebesar 81,90% dan nilai *Flow* sebesar 20,05 mm. Nilai indeks kekuatan sisa (indeks perendaman) dari hasil pengujian *Marshall Immersion* sebesar 95,37%, semuanya memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rachman, 2020, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," J. Tek. Sipil Dan Teknol., vol. 6, no. 1, hlm. 20–30.

- [2] D. N. Bunga, R. Rachman, dan M. Selintung, 2019, "Effect of Collision Variation towards the Index Retained Strength of Mixed Asphalt Concrete Wearing Course," *Int. J. Sci. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 8, hlm. 61–64, doi: 10.5281/zenodo.3408003.
- [3] A. Asrol, S. M. Saleh, dan M. Isya, 2018, "Karakteristik Campuran Aspal Beton Ac-Wc Dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur," *J. Arsip Rekayasa Sipil Dan Perenc.*, vol. 1, no. 3, hlm. 39–45, doi: 10.24815/jarsp.v1i3.11760.
- [4] D. Sarwono, D. Djumari, dan T. G. 2018, Pamungkas, "Karakteristik Campuran Panas Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc) Menggunakan Semarbut Tipe 4 Sebagai Binder," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, doi: 10.20961/mateksi.v6i1.36614.
- [5] S. A. Datu, R. Rachman, dan M. Selintung, 2020, "The Effect of Additional Sugar Palm Fibers on the Durability of Mixed Laston AC-WC," Bali, Indonesia, vol. 419, doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012063.
- [6] J. Tandibua, R. Rachman, dan J. Tanijaya, 2020, "Study of Laston BC Durability and Permeability Using Coconut Shell Addition Materials," Bali, Indonesia, vol. 419, doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012101.
- [7] S. Yuniarti, R. Rachman, dan Alpius, 2020, "Studi Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah," *Paulus Civ. Eng. J. Ojsukipaulusacid*, vol. 2, no. 2, hlm. 70–76.