

Pemanfaatan Batu Sungai Batupapan Kabupaten Luwu Dalam Campuran Laston Lapis Pondasi

Yorlan Victor Padatu*¹, Alpius*², Monika Datu Mirring Palinggi*³

*¹ Mahasiswa program studi teknik sipil di Universitas Kristen Paulus Indonesia Makassar, Indonesia
yorlanpadatu@gmail.com

*^{2,3} dosen penelitian teknik sipil Universitas Kristen Paulus Indonesia, Makassar, Indonesia
alpiusnini@gmail.com dan monikadatumirring@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan batu yang ada pada Sungai Batupapan dan apabila diteliti memenuhi Standar Bina Marga untuk dijadikan bahan campuran perkerasan untuk pengaspalan sehingga bagi masyarakat disekitaran Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu dan Kota Palopo dapat memanfaatkan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat serta menunjang ketersediaan material bagi pemerintah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pemanfaatan Batu Sungai Batupapan Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu sebagai bahan campuran Laston Lapis Pondasi (AC-BC) dengan menguji karakteristik material yang digunakan dan menguji ketahanan terhadap perendaman air dengan menganalisis Stabilitas Marshall Sisa. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan pada Laboratorium Jalan dan Aspal Program studi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus. Hasil pengujian karakteristik campuran Laston Lapis pondasi dan karakteristik campuran aspal semuanya sudah sesuai dengan spesifikasi atau standar yang digunakan. Untuk pengujian Marshall konvensional karakteristik, stabilitas, fluiditas, VIM, Baik VMA maupun VFB memenuhi semua spesifikasi yang dikeluarkan oleh Dirjen. Hasil uji perendaman Marshall Bina Marga pada spesifikasi umum Bina Marga Bina Marga 2018 Divisi 6 dan sisa Marshal Stability Value (SMS) yang digunakan di bawah kadar aspal optimum (KAO) 5,00% adalah 98,04%, sehingga dapat dikatakan Spesifikasi umum pada Bina Marga 2018, karena nilainya tidak kurang dari 90%.

Kata kunci : Pemanfaatan, Karakteristik, Agregat, HRS-BC, Marshall Test.

Abstract

The availability of stones in the Batupapan River and when examined meets the Highways Standard to be used as a mixture of pavement for paving so that the people around Telluwanua District, Luwu Regency and Palopo City can use it to improve the community's economy and support the availability of materials for the government. The purpose of this study was to determine the use of Batupapan River Stones in Telluwanua Subdistrict, Luwu Regency as a mixture of Laston Layer Foundation (AC-BC) by testing the characteristics of the material used and testing the resistance to water immersion by analyzing the remaining Marshall Stability. The method used is an experimental method that is carried out at the Road and Asphalt Laboratory of the Civil Engineering Study Program of Paulus Indonesia Christian University. The results of testing the characteristics of the Laston Lapis mixture of the foundation and the characteristics of the asphalt mixture are all in accordance with the specifications or standards used. For conventional Marshall testing the characteristics, stability, fluidity, VIM, both VMA and VFB meet all specifications issued by the Director General. The results of the Marshall Bina Marga immersion test in the general specifications of Bina Marga Bina Marga 2018 Division 6 and the remaining Marshal Stability Value (SMS) used below the optimum asphalt content (KAO) of 5.00% is 98.04%, so it can be said that the general specifications on Bina Marga 2018, because the value is not less than 90%.

Keywords: Utilization, Characteristics, Aggregates, HRS-BC, Marshall Test.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi daerah bila dikatakan bagus apabila dalam perkembangannya di dukung dengan sarana dan prasarana yang memadai seperti dalam bidang transportasi. Di

bidang transportasi perkembangan pembangunan jalan dan perbaikan juga semakin bertambah demi menunjang kesejahteraan masyarakat dalam melakukan kegiatan. Tentunya untuk memenuhi kebutuhan tersebut, hal tersebut tidak terlepas dari sumber material, dan perlu dilakukan upaya memaksimalkan penggunaan sumber daya alam. oleh karena itu dengan ada kebutuhan untuk ketersediaan bahan baku perkerasan dan

memanfaatkan potensi sekitar daerah Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu maka dengan batu sungai batupapan dapat digunakan sebagai bahan utama untuk agregat batu pecah (*chipping*) mengingat terdapat jembatan perlintasan jalan Poros Palopo-Masamba dan berada di perbatasan Kecamatan Telluwanua dan Kecamatan Walenrang sehingga bisa dipergunakan masyarakat sekitar. Maka dari itu dengan banyaknya ketersediaan batu atau material yang terdapat di Sungai Batupapan dan juga pemerintah yang menyarankan untuk menggunakan material terdekat yang nantinya apabila ada pekerjaan pembangunan jalan atau perbaikan di sekitar jalan poros Palopo-Masamba bisa dijadikan alternatif untuk Pemanfaatan Batu Sungai Batupapan tersebut dan juga bisa mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitaran sungai batupapan.

Ketersediaan batu yang ada pada Sungai Batupapan dan apabila diteliti memenuhi Standar Bina Marga untuk dijadikan bahan campuran perkerasan untuk pengaspalan sehingga bagi masyarakat disekitaran Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu dan Kota Palopo dapat memanfaatkan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat serta menunjang ketersediaan material bagi pemerintah. Perkerasan jalan ialah suatu agregat dan bahan pengikat yang campuran menjadi satu kemudian menghasilkan perkerasan dan digunakan sebagai akses jalan untuk melayani beban lalu lintas, Lapisan yang terletak diantara lapisan dasar jalan dan roda kendaraan untuk memberikan pelayanan transportasi, dan selama penggunaannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Fungsi perkerasan sendiri selain mempermudah akses kendaraan saat melewati jalan tersebut dan estetikanya adalah untuk mendistribusikan beban roda kendaraan yang memiliki berat ke area permukaan maupun lapisan tanah-dasar (subgrade) yang lebih menyeluruh dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan sehingga diharapkan bias meredam banyaknya tekana yang diperoleh maupun tegangan maksimum yang terjadi pada lapisan perkerasan tersebut. Permukaan jalan harus memiliki kekuatan untuk menahan beban lalu lintas. Permukaan jalan harus mulus, tetapi harus kuat atau tahan slip. Pengerasan jalan perlu mempertimbangkan banyak faktor, seperti: persyaratan struktur, keawetan ekonomis, kenyamanan dan pengalaman.

Campuran Aspal Beton (AC) merupakan campuran,perkerasan yang terdiri dari Agregat Halus kemudian Agregat Kasar, Filler dan aspal dengan proporsi tertentu. Lapisan ini harus bersifat kedap air. Kemudian memiliki nilai struktural dan awet [1].

Aspal terdiri dari bitumen, dan mineral. Bitumen yang terkandung dalam aspal terdiri atas naphthene dan alkan. Sedangkan mineral yang terkandung dalam aspal merupakan minyak bumi. Material ini digunakan dalam konstruksi jalan sebagai bahan pengikat dan bahan pengisi. Bahan pengikat yaitu memberi ikatan yang kuat, antara aspal dan agregat serta: aspal itu sendiri [2].

Agregate merupakan material serta memiliki proporsi besar dalam campuran, aspal beton sehingga agregat dapat dikatakan sebagai bahan utama penyusun campuran aspal beton. Agregat merupakan komponen utama penyusun struktur perkerasan jalan. Kualitas dari suatu perkerasan jalan juga sangat dipengaruhi oleh kualitas agregat dan campuran dengan material yang lain. agregat

sendiri biasanya terdiri dari batu yang diambil dari sungai maupun gunung karena mempunyai kualitas yang bagus dan tahan lama. Adapun agregat terdiri dari dua bagian Agregat Kasar dan Agregat Halus [3] [4].

Dalam fungsinya filler digunakan sebagai bahan tambah perekat seperti semen atau pun di jadikan bahan pengganti dalam suatu campuran atau biasa dinamakan modifikasi, Filler merupakan bahan yang berfungsi mengurangi rongga, mengurangi permeabilitas, dan menambah kekuatan tarik pada campuran aspal beton. Bahan filler dapat berupa soil cement, debu batu, kapur, portland cement, atau bahan lain [1].

Batu sungai batupapan merupakan yang berasal dari Kabupaten Luwu lebih tepatnya di Daerah Kecamatan Telluwanua dimana selain berfungsi sebagai pengairan untuk persawahan material juga biasa diambil keperluan pembangunan. Karena hal tersebut, batu sungai sering dipakai dalam suatu pembuatan dasar pondasi rumah/bangunan yang dipasang dalam konstruksi bangunan, dan dari pengujian yang saya lakukan apakah bias digunakan untuk perkerasan jln selain untuk material bangunan, dengan melihat banyaknya ketersediaan batu yang ada pada Sungai Batupapan dan apabila diteliti memenuhi Standar Bina Marga untuk dijadikan bahan campuran perkerasan untuk

pengaspalan sehingga bagi masyarakat disekitaran Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu dan Kota Palopo bisa memanfaatkannya untuk meningkatkan perekonomian masyarakat serta menunjang ketersediaan material bagi pemerintah sekitar untuk digunakan apabila diadakan pekerjaan jalan.

Beberapa penelitian yang meneliti tentang pemanfaatan material local antara lain Penggunaan agregat sungai batu tiakka' dalam campuran AC-BC [5]. Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC [6]. Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso pada Campuran AC-Base [7]. Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston [8]. Pengujian karakteristik campuran HRS-WC menggunakan Batu Sungai Makawa Kecamatan Walenrang Utara [9].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pemanfaatan Batu Sungai Batupapan Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu sebagai bahan campuran Laston Lapis Pondasi (AC-BC) dengan menguji karakteristik material yang digunakan dan menguji ketahanan terhadap perendaman air dengan menganalisis Stabilitas Marshall Sisa.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi pengambilan bahan penelitian

Tempat dimana bahan penelitian diperoleh dan diambil dari pinggiran sungai batupapan kabupaten luwu, Sulawesi selatan. dibawah ini adalah gambaran tempat pengambilan:



Gambar 1. Lokasi pengambilan

2. Lokasi penelitian

Setelah mengambil bahan, saya kemudian melakukan penelitian di laboratorium Universitas Kristen Indonesia Makassar, menentukan jenis tes yang akan dilakukan, dan sampel yang dibutuhkan

sesuai kebutuhan, kemudian menggunakan alat Marshal untuk melakukan tes untuk mendapatkan hasil akhir..

3. Standar Rujukan/Acuan Standar rujukan yang digunakan merujuk pada penelitian yaitu SNI yang ditetapkan dalam spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6 [10]. Pemeriksaan Karakteristik Agregat halus Dan kasar, mengnalisa saringan dimana acuan yang digunakan untuk pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan agregat kasar mengacu dengan SNI ASTM C136:2012. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air., Standar Rujukan/Acuan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mengacu pada standar rujukan SNI 1969-2016. Pemeriksaan Nilai Setara Pasir. Standar Rujukan/Acuan pemeriksaan nilai setara pasir dan SE4 (Sand Equivalent) mengacu pada standar rujukan SNI 03-4428-1997. Pengujian Keausan (Abration). Standar Rujukan/Acuan pengujian Keausan (Abration) ini mengacu pada standar rujukan SNI 2417-2008. Pemeriksaan Partikel/ Kepipihan dan Kelonjongan Standar Rujukan/Acuan pemeriksaan Partikel kepipihan dan kelonjongan mengacu pada standar rujukan ASTM D – 4791-10. Pemeriksaan. Agregat Lolos Ayakanr No.200 Standar rujukan/acuan, Pemeriksaan agregat lolos ayakan No.200 mengacu pada standar rujukan SNI ASTM C117:2012.

4. Karakteristik Agregat

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Analisis saringan untuk Pengujian ini fungsinya untuk membuat bentuk grafik distribusi ukuran partikel agregat halus serta kasar. digunakan saringan untuk menampilkan pembagian butir (tingkat) agregat SNI ASTM C 136 : 2012
- Memeriksa berat jenis Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan nilai berat jenis dan laju serapan agregat kasar serta mengklasifikasikannya menurut berat jenisnya.

- c. kemudian Nilai setara pasir gunanya memeriksa persentase tingkat atau kadar kandungan lumpur pada agregat halus berdasar SNI 03 – 4428 – 1997
 - d. Uji keausan menggunakan mesin Los Angeles (SNI2417 : 2008). Tujuan dari percobaan ini adalah menggunakan mesin Los Angeles untuk menentukan tingkat keausan total dari rasio berat benda yang melewati layar No.12(1,7) dengan berat aslinya (dalam %) untuk mengetahui apakah agregat kuat atau rapuh.
 - e. Periksa partikel datar dan oval (ASTMD-4791 - 10) Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan indeks kerapuhan dan relaksasi dari agregat yang digunakan dalam campuran aspal, dinyatakan dalam%.
 - f. Uji adhesi keseluruhan pada aspal (SNI 2439: 2011) Pengujian ini dirancang untuk mengetahui daya rekat agregat ke aspal. Adhesi agregat ke aspal merupakan perkiraan luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap total luas permukaan. Hasil pengujian ini dapat digunakan untuk mengontrol kualitas agregat dalam pembangunan jalan.
 - g. Uji agregat lolos ayakan No. 200 / 0,075 mm (SNI ASTM C117 : 2012) Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengukur persentase material pada agregat yang melewati *filter* 200 (ukuran agregat halus kurang dari 0, 075 mm) melalui pencucian untuk mengetahui persentase pengotor atau partikel halus. Bahan, sehingga bermanfaat bagi perencana dan pelaksanaan pembangunan jalan.
- 5. Karakteristik aspal**
- a. Daktalitas pada 25°C Maksud pemeriksaan ini adalah mengetahui kekenyalan / keplastisan aspal yang dinyatakan dengan panjang pelumaran aspal yang dapat dicapai aspal sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tertentu. pemeriksaan ini untuk mengetahui mutu terhadap aspal.

- b. Penetrasi pada suhu 25 ° C (0,1 mm) Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kekerasan aspal dengan menggunakan alat penetrometer untuk melakukan pengujian penetrasi Metode ini dilakukan dengan cara memasukkan jarum pada suhu dan suhu tertentu untuk waktu tertentu dan memasukkan aspal pada suhu tertentu. Hal tersebut dapat dijadikan acuan dalam penggunaan aspal di lapangan. (SNI 2456 : 2011).
- c. Titik lembek (°C) (mengacu pada SNI 24342011) Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui temperatur dimana aspal mulai melunak dengan menggunakan alat ring dan spherical yang akan dijadikan acuan di lapangan.
- d. Titik nyala (°C) (mengacu pada SNI 24332011) Tujuan dari pemeriksaan titik nyala adalah untuk mengetahui pada suhu berapa aspal akan mulai mengeluarkan nyala api dan terbakar akibat pemanasan.
- e. Berat jenis aspal (mengacu pada SNI 24412011) Tujuan pengujian berat jenis aspal adalah untuk mengetahui berat jenis aspal relatif terhadap akuades dengan mengacu pada Kode Jalan Raya 2018.
- f. berat yang hilang (%) Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kehilangan terhadap aspal yang di panaskan pada suhu tertentu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengukur perubahan unjuk kerja aspal akibat kehilangan berat. SNI 06-2441 – 1991
- g. Permeabilitas aspal (%) di suhu 25 °C berdasarkan TFOT pada SNI 2456 - 2011 Tujuan dari pengujian penetrasi pada TFOT adalah untuk mendapatkan kekerasan aspal dengan menggunakan alat ukur permeabilitas untuk melakukan pengujian penetrasi, dan pengujian tersebut menjadi acuan dalam penggunaan aspal.

6. Karakteristik berat jenis filler

Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* SNI ASTM C 136 : 2012 . Pemeriksaan berat jenis filler bertujuan untuk mengetahui apakah filler atau semen yang digunakan kualitasnya baik atau tidak dan apakah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 agar

nantinya pada saat digunakan dalam pencampuran daya lekat terhadap agregat seta aspal bisa maksimal dan sebaliknya.

7. Rancangan benda uji

Benda uji memiliki 5 variasi kadar aspal yang digunakan mulai kadar aspal 4,5 dengan kenaikan 0,5% sampai dengan kadar 6,5% untuk campuran adapun jumlah benda uji yang digunakan antara lain

Tabel 1. Rancangan total campuran sampel uji

kadar aspal (%)	Laston Lapis Pondasi	
	Jumlah Benda Uji	
	Marshall Konvensional	Marshall <i>Immersion</i>
4.5	3 buah	
5.0	3 buah	
5.5	3 buah	3 buah
6.0	3 buah	
6.5	3 buah	
Total	15 buah	3 buah

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Analisis karakteristik agregat

Berdasarkan uji karakteristik agregat kasar dan halus Sungai Batupapan di kawasan Telluwanua Kabupaten Luwu serta karakteristik semen, agregat dan filler dilihat di bawah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

No.	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Abrasi dengan Mesin Los Angeles	4,60	%
	Fraksi A,	4,16	
	Fraksi B, Fraksi C,	5,84	
	Fraksi D,	2,16	
2	Berat Jenis Agregat Kasar		-
	Bulk	2,66	
	SSD	2,68	
	Apparent	2,71	
	Penyerapan	0,70	

	Berat jenis Agregat HalusBulk	2,52	
	SSD	2,55	
	Apparent	2,60	
	Penyerapan	1,11	
3	Analisa Saringan 11/2"	100	%
	1	94,31	
	3/4"	81,84	
	1/2"	66,90	
	3/8"	59,61	
	No.4"	43,68	
	No.8"	30,71	
	No.16"	19,81	
	No.30"	12,63	
	No.50"	8,85	
	No.100"	6,06	
	No.200"	4,32	
		PAN"	0
4	Material Lolos Ayakan No.200	2,00	%
	Nilai Setara Pasir	97,08	
5	Sand Equivalent		&
	Kadar Lumpur	2,92	
		4,30	
6	3/4'	3,90	%
	1/2'	4,40	
	3/8'	-	
	1/4'		
	Partikel lonjong	4,90	
	3/4'	5,70	
	1/2'	5,20	
	3/8' 1/4'	-	
	Partikel Pipih		
7	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	>98	%
	Pemeriksaan Berat Jenis Filler (semen)	3,14	%

2. Analisis karakteristik aspal

Pada penelitian ini aspal yang digunakan untuk membuat campuran aspal berbahan dasar batu adalah aspal permeabel 60/70, dan dapat diketahui karakteristik hasil pengujian.

Table 3. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

No.	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Penetrasi Pada 250C	66,7	0.1

2	Daktilitas Pada 250C	150	Cm
3	Titik Lembek (0C)	50.2	°C
4	Titik Nyala 0C	290	°C
5	Berat Jenis Aspal	1.015	-
6	Berat Yang Hilang (%)	0.434	%
7	Penetrasi Pada 250C Thin Film Oven Test	84,7	% Semula

3. Komposisi campuran

Setelah melakukan pemeriksaan terhadap agregat dan aspal dan juga telah menentukan kadar aspal yang akan digunakan, kemudian melakukan penghitungan komposisi campuran yang akan digunakan pada setiap kadar aspal adapun komposisi yang digunakan sebagai berikut:

Table 4. Komposisi campuran

Kadar aspal (%)	LASTON LAPIS PONDASI				
	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
Berat agregat (gram)	1.146	1.14	1.134	1.128	1.122
Berat aspal (gram)	54	60	66	72	78
Berat campuran (gram)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

4. Hasil pengujian karakteristik

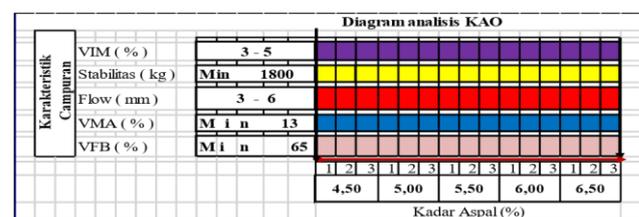
Setelah melakukan pengujian terhadap benda uji yang kemudian di dapatkan hasil terhadap Stabilitas, VIM, Flow, VMA, VFB dengan persyaratan-persyaratan yang sudah ditentukan dan hasilnya memenuhi berikut nilai-nilainya:

Table 5. Hasil Pengujian Karakteristik

Persyaratan	Min 1800 (kg)	3-5 (%)	3-6 (mm)	Min 13 (%)	Min 65 (%)
Kadar Aspal (%)	Stabilitas	VIM	Flow	VMA	VFB
4,50	3789,81	4,55	5,00	13,60	66,55
5,00	4829,90	4,24	4,30	14,51	70,79
5,50	4717,98	4,02	4,50	15,50	74,04
6,00	4019,83	3,74	3,30	16,42	77,25
6,50	3279,33	3,55	3,83	17,43	79,66

5. Kadar aspal optimum (KAO)

Dengan melihat hasil yang didapatkan pada analisis karakteristik campuran Laston Lapis Pondasi dapat diketahui bahwa kandungan aspal aktual pada Laston Lapis Pondasi adalah kandungan aspal yang memenuhi semua standar atau karakteristik campuran dan kandungan aspal aktual serta memiliki nilai kestabilan paling tinggi yaitu kadar aspal campuran Laston. Dalam kisaran 5.00% untuk campuran yang akan digunakan.



Gambar 3. Diagram kadar aspal optimum 6.

Stabilitas Marshall Sisa

Setelah menentukan kadar aspal optimal, langkah selanjutnya adalah menguji selisih kadar aspal optimalnya yaitu 5,00% dari campuran Laston lapis pondasi, kemudian direndam selama ± 24 jam pada suhu ± 60 ° C untuk mendapatkan kestabilan sisa Marshall dari campuran Laston Lapis pondasi.

7. Indeks Perendaman/Stabilitas Marshall Sisa

Stabilitas Marshall yang diperoleh dari hasil uji perendaman Marshall dipertahankan pada 98,04% yang artinya campuran tersebut tahan terhadap suhu dan lama perendaman. Nilai indeks perendaman memenuhi standar yang ditetapkan oleh Bina Marga yaitu ≥90%.

Table 6. Hasil Analisis Stabilitas Marshall Sisa

Kadar Aspal (%)	Stabilitas Marshall Konvensional	Stabilitas Marshall Immersion	Stabilitas Marshall Sisa (%)
5,00	4778,24	4726,59	98,92
5,00	4829,90	4778,24	98,93
5,00	4881,56	4700,76	96,30
rata-rata	4829,90	4735,20	98,05

KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengujian untuk Karakteristik Agregat yang di gunakan dalam Campuran

- Laston Lapis Pondasi berasal dari Sungai Batupapan Kecamatan Telluwanua Kabupaten Luwu dan untuk Karakteristik Aspal 60/70, serta Berat Jenis Filler memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga 2018.
- b. Pengujian komposisi campuran untuk campuran Laston Lapis Pondasi yang dimana dengan memperhatikan nilai stabilitas tertinggi menggunakan kadar aspal optimum (KAO) padar kadar aspal 5% yang komposisinya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, serta filler.
- c. Untuk hasil pengujian karakteristik campuran Laston Lapis pondasi dan karakteristik campuran aspal semuanya sudah sesuai dengan spesifikasi atau standar yang digunakan. Untuk pengujian Marshall konvensional karakteristik, stabilitas, fluiditas, VIM, Baik VMA maupun VFB memenuhi semua spesifikasi yang dikeluarkan oleh Dirjen. Hasil uji perendaman Marshall Bina Marga pada spesifikasi umum Bina Marga Bina Marga 2018 Divisi 6 dan sisa Marshal Stability Value (SMS) yang digunakan di bawah kadar aspal optimum (KAO) 5,00% adalah 98,04%, sehingga dapat dikatakan Spesifikasi umum pada Bina Marga 2018, karena nilainya tidak kurang dari 90%.
- [6] N. Wendani, M. Selintung, dan Alpius, 2020, "Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 138–143.
- [7] Irpan, R. Mangontan, dan Alpius, 2020, "Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso pada Campuran AC-Base," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, hlm. 58–62.
- [8] R. Rachman, 2020, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," *J. Tek. Sipil Dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, hlm. 20–30.
- [9] K. Marianto, Alpius, dan C. Kamba, 2020, "Pengujian Karakteristik Campuran HRS-WC Menggunakan Batu Sungai Makawa Kecamatan Walenrang Utara," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 128–137.
- [10] Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sukirman, 2013, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- [2] Alpius, 2018, "Effects of Additional Rattan Fiber on Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRSWC) Stability," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 3, Art. no. 3, doi: 10.15680/IJIRSET.2018.0703066.
- [3] G. Rusbintardjo, 2013, *Aspal- Bahan Perkerasan Jalan*, 1 ed. Semarang, Indonesia: UNISSULA Press.
- [4] C. Kamba dan R. Rachman, 2018, "Marshall Characteristics Test On Hot Rolled Sheet Base Combine Using Nickel Slag For Half Gap Graded," *Int. J. Innov. Sci. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 3, hlm. 14–19.
- [5] G. P. Palimbunga, R. Rachman, dan Alpius, 2020, "Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka' dalam Campuran AC-BC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 112–118.