

Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti *Filler* Laston Lapis Antara

Rani Allolabi¹, Alpius², Olan Jujun Sanggaria³

e-mail: rallolabi27@gmail.com ¹, alpiusnini@gmail.com², olanjujun@gmail.com ³

**Program Studi Sipil , Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Makassar**

**Jl. Perintis Kemerdekaan No.Km.13, Daya, Kec. Tamalanrea, Kota
Makassar, Sulawesi Selatan 90245**

Abstrak: Perkerasan jalan lentur merupakan salah satu pendukung pembangunan infrastruktur transportasi. Penggunaan aspal pada perkerasan jalan lentur berfungsi untuk mengikat agregat halus dan kasar serta filler untuk meningkatkan kekuatan campuran aspal. Oleh karena itu, bahan pengisi alternatif yang lebih murah seperti abu cangkang dapat digunakan dalam campuran aspal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat beton lapis campuran yang menggunakan bahan pengisi abu sekam padi dan pengaruh abu sekam padi terhadap beton lapis campuran. Metode penelitian dirancang untuk menentukan pemanfaatan limbah abu sekam padi sebagai bahan pengisi pada campuran ladle ladle. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan beberapa pengujian yaitu uji karakterisasi abu sekam padi, dimana karakteristik abu sekam padi yaitu melihat berat jenis abu sekam padi, kemudian merancang komposisi campuran kelas menengah dan kelas Marshall. . Eksperimen untuk mendapatkan karakteristik campuran dan menentukan kandungan aspal yang optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua parameter karakteristik campuran seperti stabilitas, aliran, VIM, VMA dan VFB semuanya memenuhi standar Autoroutes 2018, dimana kandungan BTN yang digunakan adalah BTN 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% dan 7,0%. Kadar aspal optimum yang diperoleh adalah kadar aspal 6,0%.

Kata-kata Kunci: Sekam Padi, Laston Lapis Antara, *Filler*.

***TITLE REPRESENTS CONTENTS TEXT, BRIEF, WRITTEN NOT SPECIFIC,
AND NOT MORE THAN FOURTEEN WORDS***

Abstract: Flexible road pavement is one of the supporters of transportation infrastructure development. The use of asphalt in flexible pavements serves to bind fine and coarse aggregates and fillers to increase the strength of the asphalt mixture. Therefore, cheaper alternative fillers such as shell ash can be used in asphalt mixtures. The objectives of this study were to determine the properties of mixed-layer concrete using rice husk ash filler and the effect of rice husk ash on mixed-layer concrete. The research method was designed to determine the utilization of rice husk ash waste as filler material in ladle ladle mixes. The method used in this research is to conduct several

tests, namely the rice husk ash characterization test, where the characteristics of rice husk ash are looking at the specific gravity of rice husk ash, then designing the composition of medium grade and Marshall grade mixtures. . Experiments were conducted to obtain mixture characteristics and determine the optimal asphalt content. The test results showed that all parameters of mixture characteristics such as stability, flow, VIM, VMA and VFB all met the 2018 Autoroutes standard, where the BTN content used was BTN 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5% and 7.0%. The optimum asphalt content obtained was 6.0% asphalt content.

Keywords: Rice Husk, Laston Lapis Antara, Filler.

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan lentur merupakan faktor penting pendukung pembangunan infrastruktur transportasi. Campuran aspal di jalan raya sebaiknya diperkuat dengan filler untuk meningkatkan kekuatan campuran aspal. Oleh karena itu, bahan pengisi alternatif yang lebih murah seperti abu cangkang dapat digunakan dalam campuran aspal. Pemanfaatan limbah sekam padi sebagai bahan pengisi campuran Laston Lapis Antara dapat mengurangi limbah sekam padi di Indonesia, karena sekam padi mengandung silika yang dapat memperkuat ikatan semen dan komposit. Berkat kandungannya tersebut, sekam padi dapat digunakan sebagai bahan pengisi alternatif dalam komposisi adonan Lapisan Menengah Laston.

PENELITIAN TERDAHULU

2.1 Ahmad Fajrman, Alfian Malik, dan Gunawan Wibisono, 201, Pengaruh penggantian bahan pengisi semen dengan campuran abu batu bata dan abu sekam padi pada campuran aspal AC-BC.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat Marshall campuran bahan pengikat aspal (AC-BC) yang menggunakan abu sebagai bahan pengisi. Campuran abu terdiri dari 40µu batu bata dan 60µu sekam padi. Rasio campuran semen dan abu adalah [100:0],[50:50],[0:100]. Semua model diproduksi dan diuji sesuai dengan Spesifikasi Jalan 2010 Revisi 3. Menurut spesifikasi Marshall, penambahan abu batu bata dan abu sekam padi meningkatkan kestabilan dan nilai VFA, sekaligus mengurangi celah udara.

2.2 Faiz Syam Ridwan dan Nadia, 2018, Analisis pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengisi dalam pencampuran aspal.

Berdasarkan hasil pengujian, pencampuran abu kerang sebagai bahan pengisi dapat meningkatkan nilai stabilitas beton aspal relatif terhadap kadar abu kerang sebesar 7% (setara dengan 854,3 kg) dan menurunkannya sebesar 7,5% (setara dengan 812,19). Campuran abu cangkang dapat meningkatkan daya alir beton aspal, dengan kadar abu cangkang sebesar 7,5% atau setara dengan 2,12 mm. Nilai VIM tertinggi adalah abu sekam padi 7,5% atau 14,16%. Nilai VIM tidak memenuhi ketentuan 3-5% yang ditetapkan oleh Bina Marga pada tahun 2010 Divisi 6 Revisi 3. Nilai VFWA tertinggi adalah 36,11%, setara dengan 7,5% abu sekam padi. Nilai maksimum VMA yang ditambahkan pada abu sekam padi

adalah 7,5%, atau 32,36%.

2.3 Gabriel Pabia Palimbunga, Rais Rachman, dan Alpius, 2020, Menggunakan Agregat Sungai Batu Tiakka dalam AC-BC Mix”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat material perkerasan jalan sintetik asal Sungai Tiakka Kecamatan Sungai Saluputti memenuhi spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018 sebagai material perkerasan jalan. Melalui uji Marshall diperoleh sifat campuran AC-BC dengan kadar aspal 5,00%, 5,50%, 6,00%, 6,50%, dan 7,00%. Hasil pengujian aspal Marshall Immersion AC-BC dengan kadar aspal optimum 7,00% untuk indeks kekuatan sisa (IKS) sebesar 93,47% memenuhi standar teknis jalan umum tahun 2018 yaitu 90%.

2.4 Nicodemus Tandung, Rais Rachman and Alpius, 2021 “Tingkat abrasi optimal lapisan aspal Laston dengan menggunakan abu jerami sebagai alternatif pengganti mastik”.

Metodologi penelitian ini adalah melakukan serangkaian pengujian sesuai spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua parameter campuran yaitu stabilitas, aliran, VIM dan VFB semuanya konsisten memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. VMA sebesar 5,0% - Kadar aspal 5,5% tidak memenuhi spesifikasi dan VMA pada kadar aspal 6,0%-7,0% memenuhi memenuhi syarat teknis. Sedangkan kadar aspal yang digunakan adalah 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5 n 7,0%. Kadar aspal optimum yang diperoleh adalah kadar aspal 7,0%.

2.5 Gideon Rante, Alpius dan Sufiati Bestari, 2021, Menggunakan Batu Gunung Tambolang Kabupaten Toraja Utara Dalam Laston AC-BC Mix.

Berdasarkan hasil pengujian sifat campuran beton AC-BC menggunakan uji Marshall konvensional, sifat campuran aspal yang dihasilkan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 6 yaitu 96,29% > 90%.

2.6 Bakri, 2008, Komposisi fisikokimia abu sekam padi untuk pembuatan semen komposit SCM.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi fisika dan kimia abu sekam padi yang digunakan sebagai bahan tambahan semen untuk menghasilkan produk semen komposit. Pembuatan abu sekam padi dilakukan dengan cara membakar sekam padi konvensional dalam tanur kosong, kemudian dibakar kembali dalam oven *Barnsted Thermolyne* 1400 pada suhu 600°C selama 2 jam. Analisis komponen kimia dan fisika mengacu pada SNI 15-2049-2004. Senyawa kimia utama abu sekam padi adalah silika 72,28% dan 21,43 LOI. Massa jenis abu sekam padi adalah 760 kg/m³.

2.7 James Alfrian, Alpius dan Louise Elizabeth Radjawane, 2021 "Pengujian Karakteristik Campuran AC-BC yang Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja".

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik campuran AC-BC melalui uji Marshall konvensional, sifat-sifat campuran aspal semuanya memenuhi spesifikasi stabilitas, flow, VIM, VMA dan VFB yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga. Nilai Stabilitas Marshall Sisa dari hasil pengujian Marshall Immersion pada campuran AC-BC yang menggunakan agregat Gunung Baba Kabupaten Tana Toraja memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6, yaitu 97.68% > 90%.

2.8 Noviana Debi, Rais Rachman, dan Alpius, 2021 "Penggunaan Batu Gunung Patangdo Kapa' Kabupaten Tana Toraja Dalam Campuran AC-BC".

Karakteristik agregat dari Gunung Patangdo Kapa' Kabupaten Tana Toraja, Aspal penetrasi 60/70 dan berat jenis filler (semen) untuk campuran Laston Lapis Aus memenuhi standar Bina Marga. Komposisi campuran AC-BC diperoleh agregat kasar 42,81%, agregat halus 45,73%, filler 5,45% dengan kadar aspal optimum 6,00%. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) melalui pengujian Marshall Konvensional dan Marshall Immersion telah memenuhi Standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu 93.47% > 90 %.

2.9 Agnis Irman Pakka, Rais Rachman, dan Alpius, 2021 "Karakteristik Campuran Laston Lapis Antara Menggunakan Abu Jerami Sebagai Bahan Substitusi Filler".

Metode dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian karakteristik abu jerami, kemudian merancang komposisi campuran laston lapis antara, serta pengujian *marshall* untuk mendapatkan karakteristik campuran laston lapis antara menggunakan abu jerami sebagai bahan substitusi *filler* semen. Dimana kadar abu jerami yang digunakan sebagai bahan substitusi *filler* semen yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat *filler* semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB pada kadar abu jerami 0%, 25%, 50% memenuhi spesifikasi Bina marga 2018, sedangkan VMA pada kadar abu jerami 75% tidak memenuhi spesifikasi Bina marga 2018, dan VMA, VFB pada kadar abu jerami 100% juga tidak memenuhi spesifikasi Bina marga 2018.

2.10 Valentine Mangetan, Robert Mangontan, dan Alpius, 2021 "Penggunaan Batu Sungai Seriti Kabupaten Luwu pada Campuran AC- BC".

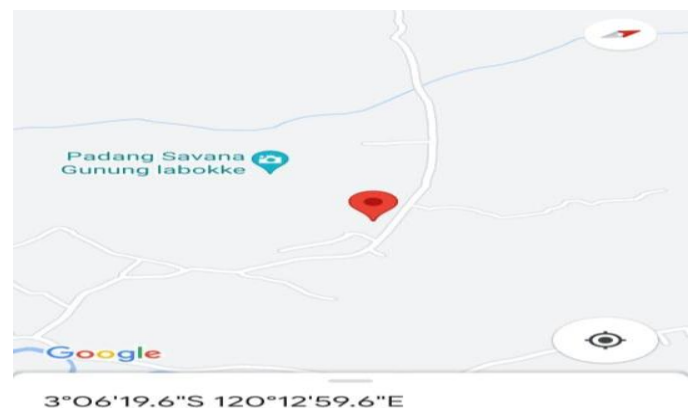
Hasil penelitian menunjukkan karakteristik agregat yang berasal dari Sungai Seriti Kabupaten Luwu memenuhi standar Spesifikasi sebagai bahan AC-BC. Rancangan komposisi campuran AC-BC diperoleh proporsi agregat kasar 42,82%, agregat halus 45,73%, *filler* 5,45% dengan kadar aspal optimum 6,00%. Pada penelitian

ini, digunakan agregat Sungai Seriti Kabupaten Luwu dalam Campuran AC-BC sehingga terlebih dahulu harus diketahui karakteristik agregatnya. Karakteristik agregat kasar, agregat halus, aspal dan *filler* harus memenuhi persyaratan yang terdapat dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, maka dari itu dilakukan serangkaian pengujian Karakteristik sebelum dilakukan perancangan komposisi campuran AC-BC untuk pembuatan benda uji campuran AC-BC. Benda uji kemudian akan diuji *Marshall* untuk mengetahui karakteristik dari campuran AC-BC tersebut. Melalui pengujian *Marshall Immersion* diperoleh hasil Stabilitas *Marshall* Sisa sebesar 96,61% dengan kadar aspal 6,00%.

METODE PENELITIAN

3.1 Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material sekam padi dan agregat diambil di kabupaten Luwu yaitu disungai Labokke dan ditempat penggilingan sekitaran Bua. Agregat yang diambil kemudian dipecah-pecahkan dan abu sekam padi dibakar terlebih dahulu sampai menjadi abu lalu dibawa ke Laboratorium UKI Paulus untuk uji penelitian.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material

3.2 Teknik Analisis Data

Dalam menjawab rumusan masalah dan tujuan dari penelitian, maka dibuat Teknik analisis data untuk mempermudah dalam mengolah data yang akan digunakan yang dapat dilihat berikut ini:

1. Pemeriksaan berat jenis *filler* abu sekam padi
Teknik yang digunakan untuk menganalisis data hasil pemeriksaan berat jenis *filler* abu sekam padi yaitu dengan menggunakan metode SNI 03-1969-1990. Pada pemeriksaan ini akan didapatkan nilai berat jenis abu sekam padi.
2. Karakteristik campuran Laston Lapis Antara
Setelah melakukan pengujian *marshall* konvensional maka dapat dilakukan analisis data yang diperoleh

dari hasil pengujian tersebut. Karakteristik campuran Laston Lapis Antara dengan menggunakan bahan abu sekam padi sebagai bahan pengganti *filler* dapat diketahui lewat pengujian *marshall* konvensional, dimana dari hasil pengujian dan analisis data didapatkan nilai berat jenis campuran dan nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB.

3. Pengaruh abu sekam padi terhadap karakteristik campuran

Dalam penelitian ini akan diketahui pengaruh kadar abu sekam padi terhadap campuran Laston Lapis Antara dengan melihat hasil pengujian *marshall* pada setiap kadar aspal yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% dengan abu sekam padi sebagai pengganti *filler* (100%), dengan melihat apakah nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB mengalami kenaikan atau penurunan pada setiap kadar aspalnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Karakteristik *Filler*

Berdasarkan hasil penelitian terhadap sifat-sifat filler abu sekam padi, rata-rata berat jenis filler abu sekam padi adalah 0,520. Berdasarkan hasil pengujian kepadatan beban, pengujian ini berdasarkan spesifikasi jalan umum tahun 2018, dimana spesifikasi Bina Marga tahun 2018 tidak mencantumkan batas kepadatan beban.

4.2 Analisis Campuran Beraspal

4.2.1 Komposisi Campuran LASTON Lapis Antara

1. Kadar aspal yang berdasarkan hasil perhitungan kadar aspal rancangan yang digunakan pada penelitian sebelumnya oleh Dewanti Tanggu (2019) yaitu 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% dan 7,0%.
2. Komposisi campuran yang digunakan pada *mix design* untuk penelitian ini yaitu menggunakan hasil perhitungan proporsi yang digunakan pada penelitian sebelumnya (Dewanti Tanggu,2020):

a. Proporsi aspal

Kadar aspal yang digunakan dalam campuran LASTON Lapis Antara ini adalah 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% dan 7,0%.

b. Proporsi *filler* abu sekam padi

Kadar *filler* Abu Sekam Padi yang digunakan adalah 100% pada setiap kadar aspal yang digunakan. Jumlah *filler* Abu Sekam Padi yang digunakan pada setiap benda uji sama dengan jumlah *filler* semen yang digunakan pada penelitian sebelumnya.

c. Komposisi campuran keseluruhan

Setelah diperoleh perbandingan komponen, baik kandungan agregat, abu sekam padi maupun bitumen, maka komposisi campuran secara keseluruhan dapat

ditentukan. Komposisi keseluruhan dari campuran yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi campuran keseluruhan

Kadar Aspal (%)	Laston Lapis Antara				
	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	7,00%
Berat agregat (gr)	1073,5	1068	1062,5	1057,13	1051,6
Berat <i>filler</i> abu (gr)	66,55	66	65,45	64,91	64,36
Berat aspal (gr)	60	66	72	78	84
Berat campuran total (gr)	1200	1200	1200	1200	1200

4.2.2 Karakteristik Campuran LASTON Lapis Antara Pengujian *Marshall* Konvensional

Berdasarkan hasil pengujian *marshall* konvensional untuk sifat akhir komposit interlayer diperoleh data pengujian *marshall* konvensional yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2.Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall* Laston Lapis ANTARA

Persyaratan	3-5 (%)	800(kg)	Min 65 (%)	2-4 (mm)	14 (%)
Kadar aspal (%)	VIM	Stabilitas	VFB	Flow	VMA
5,0	4,889	1182,65	65,22	3,30	14,06
5,5	4,409	1403,92	69,79	2,70	14,59
6,0	3,808	1384,85	74,67	2,50	15,03
6,5	3,420	1407,74	78,17	2,60	15,66
7,0	3,189	1358,1	80,60	2,77	16,44

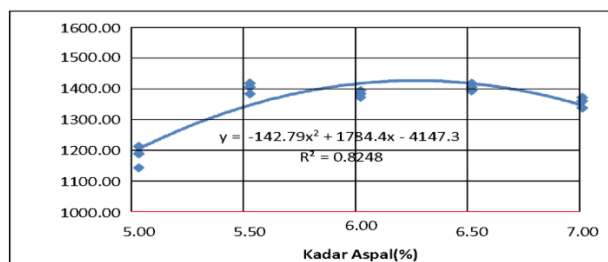
Sumber: Analisa data Rani

a. Analisis stabilitas

Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 2 di bawah ini.

Tabel 3. Nilai Stabilitas Hasil dari Pengujian Karakteristik *Marshall* Laston Lapis Antara

Kadar Aspal (%)	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
	1144,50	1384,85	1373,40	1396,29	136196
Stabilitas	1190,28	1407,74	1384,85	1419,18	1339,07
	1213,17	1419,18	1396,29	1407,74	1373,40
Rata-Rata	1182,65	1403,92	1384,85	1407,74	1358,1
Persyaratan	Min 800 kg				



Sumber : Analisa data Rani

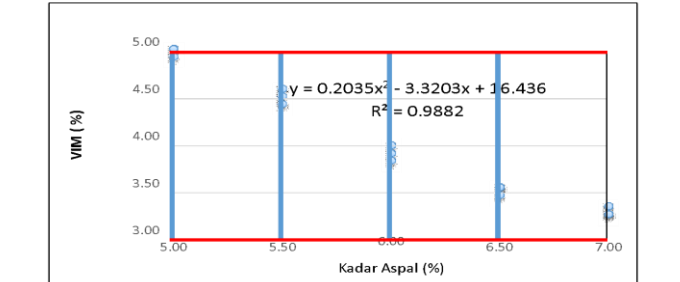
Gambar 2. Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal Laston Lapis Antara

Menggunakan kadar aspal dari 5,0% hingga 7,0% 100% abu sekam padi untuk campuran antara Laston Lapis, stabilitas dicapai antara 1407,74 dan 1182,65 kg. Dari Gambar 2 dengan menggunakan kadar aspal dari 5,0% menjadi 7,0n dengan menggunakan abu sekam padi sebagai bahan pengisi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai kestabilan akan semakin tinggi, namun jika kadar aspal meningkat maka nilai steady state menurun.

- b. Analisis VIM
- Hasil analisis VIM ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 3 di bawah ini.

Tabel 4. Nilai VIM Hasil dari Pengujian Karakteristik Marshall Laston Lapis Antara

Kadar Aspal (%)	5	5,5	6	6,5	7
VIM	4,917	4,491	3,89	4,449	3,159
	4,834	4,328	3,808	3,446	3,245
	4,916	4,409	3,726	3,364	3,189
Rata - rata	4,889	4,409	3,808	3,42	3,189
Persyaratan	3 - 5%				



Gambar 3. Hubungan dari VIM dan Kadar Aspal Laston AC-BC

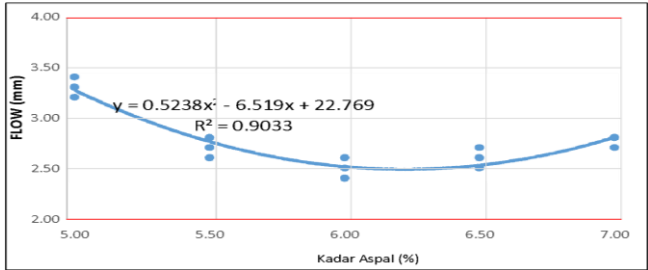
Dengan menggunakan kadar aspal 5,0% hingga 7,0% abu sekam padi sebagai pengganti filler 100%, diperoleh nilai VIM dari 3,189% hingga 4,889%. Pada Gambar 3 dapat dikatakan bahwa semakin tinggi kandungan aspal maka nilai VIM akan semakin menurun.

- c. Analisis Flow

Hasil pengujian dan analisis Flow ditunjukkan dalam Tabel 5 dan Gambar 4 berikut ini

Tabel 5. Nilai Flow hasil dari pengujian karakteristik marshall Laston Lapis Antara

Kadar Aspal (%)	5	5,5	6	6,5	7
Flow	3,2	2,6	2,5	2,5	2,8
	3,3	2,7	2,6	2,6	2,7
	3,4	2,8	2,4	2,7	2,8
	3,3	2,7	2,5	2,6	2,77
Rata - rata	3,3	2,7	2,5	2,6	2,77
Persyaratan	2 - 4 mm				



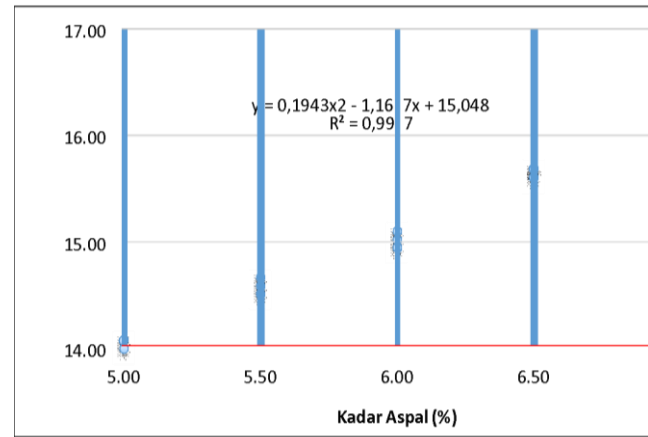
Gambar 4. Hubungan Flow dan kadar aspal Laston AC BC

Dengan menggunakan kadar aspal 5,0% sampai 7,0%, filler abu sekam padi 100% nilai flow berkisar antara 2,50 mm sampai 3,30 mm. Dari Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai fluks akan menurun, namun pada saat kadar aspal 6,50% maka nilai fluks akan meningkat secara perlahan dan semakin besar. Analisis terhadap VMA.

Hasil pengujian dan analisis VMA ditunjukkan dalam Tabel 6 dan Gambar 5 berikut ini.

Tabel 6. Nilai VMA hasil dari pengujian karakteristik marshall Laston Lapis Antara

Kadar Aspal (%)	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
VMA	14,08	14,67	15,10	15,69	16,42
	14,01	14,52	15,03	15,69	16,42
	14,08	14,59	14,96	15,62	16,49
Rata-Rata	14,06	14,59	15,03	15,66	16,44
Persyaratan	Min 14 %				



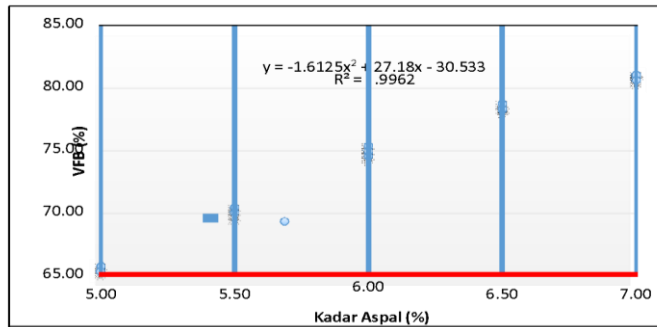
Gambar 5. Hubungan VMA kadar aspal Laston Lapis Antara

- d. Analisis terhadap VFB

Hasil analisis dan pengujian VFB ditunjukkan dalam Tabel 7 dan Gambar 6 berikut ini.

Tabel 7. Nilai VFB hasil dari pengujian karakteristik Marshall Laston Lapis Antara

Kadar Aspal (%)	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
VFB	65,09	69,38	74,25	78,02	80,74
	65,49	70,20	74,67	78,03	80,76
	65,09	69,79	75,09	78,46	80,32
Rata-Rata	65,22	69,79	74,67	78,17	80,60
Persyaratan	Min 65%				



Gambar 6. Hubungan VFB dan kadar aspal Laston Lapis Antara

Dengan menggunakan kadar aspal dari 5,0% sampai 7,0% dengan abu sekam padi 100% diperoleh nilai VFB dari 65,22% sampai 80,60%. Dari Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka semakin tinggi pula nilai VFB-nya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat komposisi interlayer Laston dengan menggunakan bahan pengisi limbah batuan Labokke dan abu sekam padi dengan uji Marshall konvensional, nilai karakteristik yaitu stabilitas, laju alir, VIM, VFB dan VMA semuanya sesuai dengan Roadmap 2018-2018.
2. Dari hasil percobaan terhadap sifat-sifat campuran antarlapisan terlihat jelas bahwa pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pengganti lapisan akhir adalah dapat mengisi celah-celah pada campuran sehingga memperkecil celah tersebut. kecil, hal ini terlihat dari nilai VIM.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Fajrman, A. Malik and G. Wibis, "Pengaruh Penggantian Bahan Pengisi Semen Dengan Kombinasi Abu Bata Dan Abu Sekam Padi Pada Campuran Aspal AC-BC," *Jurnal Online Mahasiswa*, vol. 5, no. 2, pp. 1-12, 2018.
- F. S. Ridwan and Nadia, "Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton," *Jurnal Konstruksia*, vol. 8, no. 2, pp. 1-8, 2018.
- G. P. Palimbunga, R. Rachman and Alpius, "Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka' dalam Campuran AC-BC," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 112-118, 2020.
- N. Tandung, R. Rachman and Alpius, "Kadar Aspal Optimum Laston Lapis Aus Menggunakan Abu Jerami Sebagai Pengganti Filler," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 4, p. 595-601, 2021.
- G. Rante, Alpius and S. Bestari, "Pemanfaatan Batu Gunung Tambolang Kabupaten Toraja Utara Pada Campuran Laston AC-BC," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 235-243, 2021.
- Bakri, "Komponen Kimia Dan Fisika Abu Sekam Padi Sebagai Scm Untuk Pembuatan Komposit Semen," *Jurnal Perennial*, vol. 5, no. 1, pp. 9-14, 2008.
- J. Alfrian, Alpius and L. E. Radjawane, "Pengujian Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 1-7, 2021.
- N. Debi, R. Rachman and Alpius, "Penggunaan Batu Gunung Patangdo Kapa' Kabupaten Tana Toraja Dalam Campuran AC-BC," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 23-29, 2021.
- A. I. Pakka, R. Rachman and Alpius, "Karakteristik Campuran Laston Lapis Antara Menggunakan Abu Jerami Sebagai Bahan Substitusi Filler," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 441-447, 2021.
- V. Mangetan, R. Mangontan and Alpius, "Penggunaan Batu Sungai Seriti Kabupaten Luwu pada Campuran AC- BC," *Palus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 76-84, 2021.