

ANLISIS PENGARUH KEHALUSAN ABU TERBANG (ABU SEKAM PADI) TERHADAP STABILITAS DAN KEPADATAN AC-BC_{NR}

Farlin Rosyad¹, Dedek Adriyansah²

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma¹, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Bina Darma²

Email: farlin.rosyad@binadarma.ac.id¹, email: dedekadri91@gmail.com²

Abstract

The road is an infrastructure that plays an essential role in the development of a region which is a connection between one region and another. The concrete asphalt layer (laston) is the most commonly used road violence in the Indonesian region consisting of asphalt, aggregate and filler. In an effort to add substitutes of fine material that can be used as a material in asphalt mixture, then easy-toobtained rice husk ash are used in research as an alternative to fine material in asphalt mixture. The asphalt used in this research is the rubber asphalt sir 20 (Standard Indonesian Rubber) which is derived from PT. MBS (Modifikasi Bitumen Sumatera). This research was conducted with the aim of knowing the optimum value of the mixture rice husk ash as a fine material replacement against AC-BC_{NR} coated laston and to find out how much the effect of the smoothness of rice husk ash as a fine material replacement against AC-BC_{NR} coated laston is reviewed from stability and density. The percentage of rice husk ash used in this research is 4 %, 6 % and 8 % for zone 0, Zone 1, Zone 2 as well as zone 3 as substitution of fine materials in a mix of AC-BC_{NR} and normal test objects without rice husk ash. The research used marshall testing methods by reviewing the effects of rice husk ash on the value of stability and density. Based on the results of testing the marshall parameter, reviewed by the variety of zones and the percentage of the level of substitution of rice husk ash it can be concluded that the optimum value of the use of the rate of rice husk ash exists in the zone 2 percentage 4 %. Marshall standard optimum stability value is located in zone 2 percentage 4 % by 1301 kg while in zone 2 percentage 6 % there is a drop back to 1285.6 kg. Optimum density value (bulk density) lies in zone 2 percentage 4 % of 2,297 gr/cc whereas in zone 2 percentage 6 % there is a drop back to 2,291 gr/cc.

Keyword : Rice husk ash, Rubber asphalt, AC-BC_{NR}, Stability, Density

Abstrak

Jalan merupakan insfrastruktur yang berperan sangat penting bagi kemajuan suatu daerah yang merupakan penghubung antar suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Lapis aspal beton (Laston) merupakan perkerasan jalan yang paling sering digunakan di wilayah Indonesia yang terdiri dari aspal, agregat dan filler. Dalam upaya penambahan bahan substitusi material halus yang bisa digunakan sebagai bahan dalam campuran aspal, maka abu sekam padi yang mudah diperoleh digunakan pada penelitian sebagai alternatif bahan material halus dalam campuran aspal. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal karet SIR 20 (Standard Indonesian Rubber) yang berasal dari PT. MBS (Modifikasi Bitumen Sumatera). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai campuran optimum abu sekam padi sebagai substitusi material halus terhadap laston lapis AC-BC_{NR} dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kehalusan abu sekam padi sebagai substitusi material halus terhadap laston lapis AC-BC_{NR} ditinjau dari stabilitas dan kepadatan. Persentase kadar abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 4%, 6% dan 8% untuk zona 0, zona 1, zona 2 serta zona 3 sebagai substitusi material halus dalam campuran AC-BC_{NR} dan

benda uji normal tanpa abu sekam padi. Penelitian ini menggunakan metode pengujian marshall dengan meninjau pengaruh abu sekam padi terhadap nilai stabilitas dan nilai kepadatan. Berdasarkan hasil pengujian parameter marshall ditinjau dari variasi zona dan persentase kadar substitusi abu sekam padi dapat disimpulkan bahwa nilai optimum penggunaan kadar abu sekam padi ada pada zona 2 persentase 4%. Nilai optimum stabilitas marshall standar terletak pada zona 2 persentase 4% sebesar 1301 kg sedangkan pada zona 2 persentase 6% terjadi penurunan kembali menjadi 1285,6 kg. Nilai optimum kepadatan (bulk density) terletak pada zona 2 persentase 4% sebesar 2,297 gr/cc sedangkan pada zona 2 persentase 6% terjadi penurunan kembali menjadi 2,291 gr/cc.

Kata kunci: Abu sekam padi, Aspal karet, AC-BC_{NR}, Stabilitas, Kepadatan

A. Pendahuluan

Jalan merupakan infrastruktur yang berperan sangat penting bagi kemajuan suatu daerah yang merupakan penghubung antar suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Lapis aspal beton (Laston) merupakan perkerasan jalan yang paling sering digunakan di wilayah Indonesia yang terdiri dari aspal, agregat dan *filler*. Dalam upaya penambahan bahan substitusi material halus yang bisa digunakan sebagai bahan dalam campuran aspal, maka abu sekam padi yang mudah diperoleh digunakan pada penelitian sebagai alternatif bahan material halus dalam campuran aspal. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal karet SIR 20 (Standard Indonesian Rubber) yang berasal dari PT. Modifikasi Bitumen Sumatera.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Farlin Rosyad, dkk (2017) yang membahas tentang pengaruh dari menambahkan biji plastik untuk pengganti fraksi halus terhadap kepadatan dan stabilitas dari campuran AC-BC dengan kadar substitusi halus yang dipakai sebesar 6%, 8% dan 10% didapatkan kesimpulan bahwa pengaruh substitusi persentase biji plastik meningkatkan nilai stabilitas dan kepadatan dari campuran aspal lapis AC-BC dibandingkan dengan aspal AC-BC substitusi 0% (normal).

Said dan Wesli (2012) meneliti tentang stabilitas laston AC-WC dengan menggunakan persentase kadar abu sekam padi 4%, 6% dan 8% menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai kerapatan (density), flow, stabilitas dan marshall quotient (MQ) secara merata (optimum) terjadi pada persentase kadar campuran 6%.

Berdasarkan uraian penulis melaksanakan penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh Kehalusan Abu Terbang (Abu Sekam Padi) Terhadap Stabilitas dan Kepadatan AC-BC_{NR}”.

Rumusan permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh dari kehalusan abu sekam padi terhadap stabilitas dan kepadatan AC-BC_{NR}?
2. Seberapa besar nilai campuran optimum abu sekam padi sebagai substitusi material halus campuran aspal AC-BC_{NR}?

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kehalusan abu sekam padi sebagai substitusi material halus terhadap laston lapis AC-BC_{NR} ditinjau dari stabilitas dan kepadatan.
2. Untuk mengetahui nilai campuran optimum abu sekam padi sebagai substitusi material halus terhadap laston lapis AC-BC_{NR}.

Adapun batasan-batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Agregat yang digunakan adalah agregat kasar tertahan saringan No.4 (4,75 mm) dan agregat halus lolos saringan No.4 (4,75 mm) yang berasal dari daerah Merak.

2. Aspal yang digunakan adalah aspal karet SIR 20 (Standard Indonesian Rubber) yang berasal dari PT. MBS (Modifikasi Bitumen Sumatera).
3. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari daerah Pemulutan lolos dari saringan No.200 (0,075 mm) dan tidak dilakukan penelitian tentang kandungan kimia dari abu sekam padi.
4. Filler yang digunakan adalah semen baturaja.
5. Peneliti membuat benda uji sebanyak 91 sampel dengan persentase abu sekam padi yang digunakan sebanyak 0% (tanpa abu), 4%, 6% dan 8%.
6. Jenis penelitian ini merupakan kegiatan percobaan di laboratorium yang bertujuan untuk melakukan pengamatan terhadap hasil pengujian.
7. Komposisi AC-BC_{NR} yang dipakai adalah komposisi AC-BC pada Job Mix Formula (JMF) paket preservasi jalan dan jembatan dalam kota Palembang.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mencari alternatif substitusi material halus sebagai bahan pengisi campuran agregat aspal.
2. Sebagai acuan atau bahan pertimbangan bagi pihak-pihak yang akan melakukan penelitian di bidang yang sama.
3. Dapat menambah wawasan dan memberikan pemahaman mengenai pengaruh kehalusan abu sekam padi sebagai bahan substitusi material halus

B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah cara yang digunakan untuk mendapatkan data yang bertujuan untuk menentukan jawaban permasalahan yang diuji. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental yang dilakukan dengan melakukan serangkaian kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang mengumpulkan data dari hasil penelitian eksperimental yang berbentuk angka dan dapat dihitung serta berbentuk numerik. Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Kampus C Universitas Bina Darma Palembang. Penelitian ini menggunakan acuan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 sebagai dasar dalam menentukan standarisasi.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

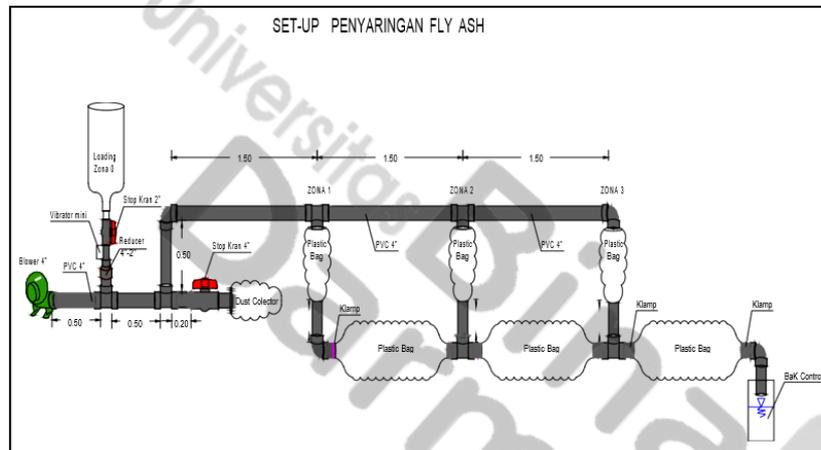
1. Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian berasal dari Pemulutan.
2. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dalam penelitian berasal dari Merak.
3. Aspal yang digunakan dalam penelitian adalah aspal karet SIR 20 yang berasal dari PT. MBS.

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Alat penyaring kehalusan abu terbang (Hasil modifikasi penelitian terdahulu, Firdaus dan Ishak yunus, 2015).
2. *Water Bath* adalah bak yang digunakan untuk merendam aspal.
3. Satu set saringan yang dipakai untuk memisahkan gradasi campuran agregat.
4. Timbangan digital untuk menimbang berat dari material yang akan dipakai dalam campuran aspal agar sesuai dengan perencanaan.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai 200°C.
6. Gelas ukur untuk mengukur berat jenis dan volume air.
7. Nampan/wadah untuk meletakkan material.
8. Cetakan benda uji (*mould*) dan penumbuk otomatis.
9. Alat pengeluaran benda uji yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji.

10. Mesin uji tekan *marshall* yang memiliki kapasitas 22,2 KN yang dilengkapi arloji (dial) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm dan *flowmeter* dengan ketelitian 0,25 mm.
11. Alat-alat penunjang lainnya berupa penggorengan (wajan), kompor pemanas, termometer, kain lap, sendok pengaduk dan spidol yang digunakan untuk menandai benda uji.

Abu sekam padi yang digunakan berasal dari Pemulutan yang lolos saringan No.200 dan dilakukan penyaringan dengan menggunakan alat penyaring kehalusan abu terbang (Firdaus dan Ishak Yunus ,2015) untuk mendapatkan abu sekam padi yang halus. Penyaringan akan dibagi menjadi 4 zona masing-masing yaitu zona 0 (tanpa penyaringan), zona 1, zona 2 dan zona 3.



Variasi kadar campuran abu sekam padi dimaksudkan untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik campuran. Pada penelitian ini dibuat 91 benda uji dengan komposisi persentase substitusi material halus abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 6% dan 8%.

Kehalusan Abu Sekam Padi	Persentase Abu Sekam Padi	Jumlah Benda Uji	Total (Buah)
Normal	0%	7 buah briket	7
Zona 0	4%	7 buah briket	21
	6%	7 buah briket	
	8%	7 buah briket	
Zona 1	4%	7 buah briket	21
	6%	7 buah briket	
	8%	7 buah briket	
Zona 2	4%	7 buah briket	21
	6%	7 buah briket	
	8%	7 buah briket	
Zona 3	4%	7 buah briket	21
	6%	7 buah briket	
	8%	7 buah briket	
Total			91 buah

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Kampus C Bina Darma Palembang. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan benda uji:

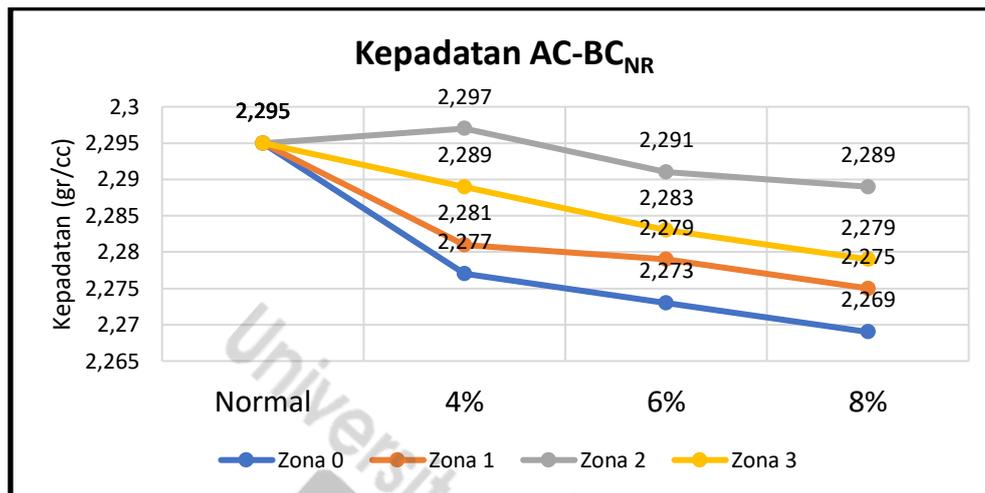
1. Timbang masing-masing material yang akan dipakai pada campuran yang akan dibuat sesuai dengan perencanaan yang dibuat, benda uji dibuat sebanyak 91 buah dengan persentase variasi kadar abu sekam 0%, 4%, 6% dan 8%.
2. Panaskan aspal dengan menggunakan penggorengan (wajan), agar temperatur antara agregat dan aspal tetap maka pencampurannya dilakukan diatas wajan dan diaduk hingga rata sampai agregat terselimuti aspal secara merata. Suhu pencampuran antara agregat dan aspal adalah 155°C.
3. Siapkan cetakan benda uji (mould) lalu tuangkan campuran aspal ke dalam cetakan benda uji.
4. Kemudian benda uji dipadatkan menggunakan alat penumbuk. Pematatan dilakukan dengan 2 x 75 tumbukan per bidang, 75 kali tumbukan pada bagian atas benda uji dan 75 kali tumbukan yang dilakukan pada sisi bawah benda uji.
5. Setelah dilakukan pematatan selanjutnya benda uji didiamkan sampai temperaturnya turun lalu dikeluarkan dari cetakan dan diberi tanda pada setiap benda uji.
6. Selanjutnya benda uji ditimbang untuk mendapatkan berat kering benda uji
7. Rendam benda uji pada suhu ruangan selama 16-24 jam. Kemudian benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji didalam air.
8. Benda uji dikeluarkan dalam bak perendaman dan kemudian permukaan benda uji dikeringkan dengan menggunakan kain lap lalu benda uji ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (saturated surface dry, SSD).

Pengujian marshall merupakan langkah untuk memperoleh karakteristik dalam campuran aspal beton. Berikut langkah-langkah dalam pengujian menggunakan alat marshall:

1. Benda uji dilakukan perendaman di dalam bak perendaman (water bath) selama 30-40 menit dengan suhu 60°C.
2. Kemudian keluarkan benda uji dari dalam bak perendaman lalu benda uji diletakkan ke bagian tengah bawah alat penekan dan pasangkan bagian atas dari kepala penekan kemudian letakkan seluruhnya ke mesin penguji.
3. Pasangkan arloji pengukur kelelahan (flowmeter) ke tempatnya lalu kedudukan jarum penunjuk diatur pada angka nol.
4. Sebelum dilakukan pembebanan benda uji, kepala penekan dan benda uji dinaikkan sampai menyentuh alas dari cincin penguji.
5. Atur jarum arloji tekan ke angka nol.
6. Berikan pembebanan dengan kecepatan konstan 50 mm per menit pada benda uji sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (stabilitas) yang tercapai pada uji marshall.
7. Catat nilai kelelahan (flow) yang ditunjuk oleh jarum arloji flowmeter saat pembebanan maksimum tercapai.
8. Setelah selesai pengujian, kepala penekan diambil dan benda uji dikeluarkan

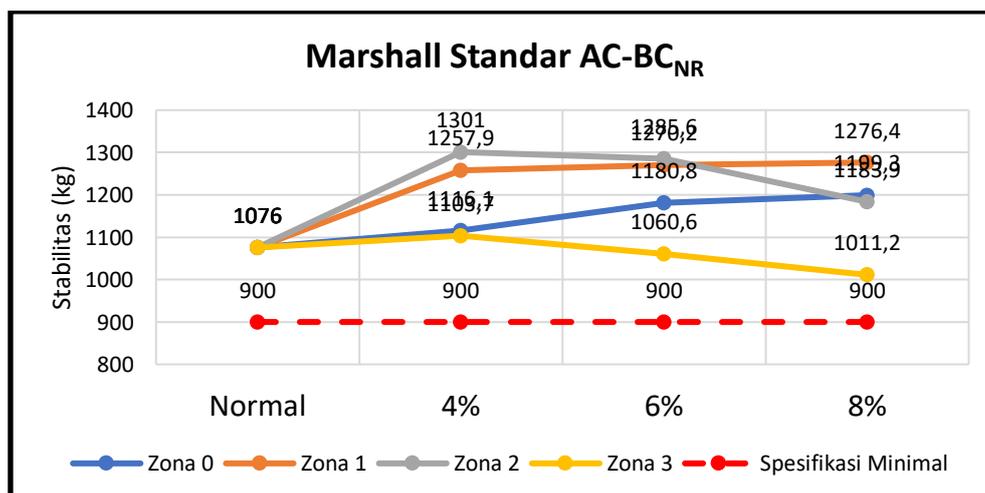
C. Pembahasan dan Analisa

Setelah selesai pembuatan benda uji di Laboratorium Teknik Sipil Kampus C Bina Darma Palembang dilakukan pengujian marshall dan kepadatan benda uji. Pada pengujian marshall ini disiapkan masing-masing 4 buah benda uji marshall standar dan 3 buah benda uji marshall sisa untuk persentase abu sekam 4%, 6%, 8% dan benda uji normal tanpa abu sekam.

1. Kepadatan campuran AC-BC_{NR}

Nilai kepadatan (*density*) campuran aspal beton AC-BC_{NR} ditinjau dari variasi kehalusan abu sekam padi cenderung mengalami penurunan per persentasenya, peningkatan terjadi pada persentase campuran 4% dan mengalami penurunan pada persentase 6% serta 8% disetiap zona. Nilai kepadatan (*density*) pada campuran normal sebesar 2,295 gr/cc, nilai kepadatan (*density*) variasi kehalusan abu sekam padi zona 0 tertinggi sebesar 2,277 gr/cc terletak pada zona 0 persentase 4%, nilai kepadatan (*density*) variasi kehalusan abu sekam padi zona 1 tertinggi sebesar 2,281 gr/cc terletak pada zona 1 persentase 4%, nilai kepadatan (*density*) variasi kehalusan abu sekam padi zona 2 tertinggi sebesar 2,297 gr/cc terletak pada zona 2 persentase 4% dan nilai kepadatan (*density*) zona 3 tertinggi adalah sebesar 2,289 gr/cc terletak pada zona 3 persentase 4%.

Nilai kepadatan (*density*) ditinjau dari persentase variasi kadar substitusi abu sekam padi campuran aspal beton AC-BC_{NR} nilai maksimum persentase 4% terjadi pada zona 2 yaitu sebesar 2,297 gr/cc, nilai maksimum persentase 6% terjadi pada zona 2 yaitu sebesar 2,291 gr/cc dan nilai maksimum persentase 8% terjadi pada zona 2 yaitu sebesar 2,289 gr/cc. Dari variasi kadar substitusi abu sekam padi didapat nilai optimum kepadatan (*density*) pada zona 2 persentase 4% sebesar 2,297 gr/cc sedangkan nilai kepadatan terendah terjadi pada zona 0 persentase 8% yaitu sebesar 2,269 gr/cc.

2. Stabilitas campuran AC-BC_{NR}

Nilai stabilitas marshall standar campuran aspal beton AC-BC_{NR} ditinjau dari variasi kehalusan abu sekam padi cenderung mengalami peningkatan. Pada campuran AC-BC_{NR} normal nilai stabilitas marshall standar adalah sebesar 1076 kg, nilai stabilitas marshall standar variasi kehalusan abu sekam padi zona 0 tertinggi sebesar 1199,3 kg pada zona 0 persentase 8%, nilai stabilitas marshall standar variasi kehalusan abu sekam padi zona 1 tertinggi sebesar 1276,4 kg pada zona 1 persentase 8%, nilai stabilitas marshall standar variasi kehalusan abu sekam padi zona 2 tertinggi sebesar 1301 kg pada zona 2 persentase 4% dan nilai stabilitas marshall standar variasi kehalusan abu sekam padi zona 3 tertinggi adalah sebesar 1103,7 kg pada zona 3 persentase 4%.

Nilai stabilitas marshall standar ditinjau dari persentase variasi kadar substitusi abu sekam padi campuran aspal beton AC-BC_{NR} nilai maksimum persentase 4% terjadi pada zona 2 persentase 4% sebesar 1301 kg, nilai maksimum persentase 6% terjadi pada zona 2 persentase 6% sebesar 1285,6 kg dan nilai maksimum persentase 8% terjadi pada zona 1 persentase 8% sebesar 1276,4 kg. Dari variasi kadar substitusi abu sekam padi didapat nilai optimum stabilitas marshall standar pada zona 2 persentase 4% sebesar 1301 kg sedangkan pada zona 2 persentase 6% terjadi penurunan kembali menjadi 1285,6 kg.

D. Penutup

Dari hasil penelitian pengaruh kehalusan abu sekam padi terhadap stabilitas dan kepadatan campuran aspal beton AC-BC_{NR} dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kehalusan abu sekam padi terhadap AC-BC_{NR} meningkatkan nilai stabilitas campuran sampai kadar abu sekam padi zona 2 persentase 4% yaitu sebesar 1301 kg dan mengalami penurunan pada kadar abu sekam padi zona 2 persentase 6% yaitu sebesar 1285,6 kg. Nilai kepadatan campuran mengalami penurunan per persentasenya, peningkatan terjadi pada persentase campuran 4% dan mengalami penurunan pada persentase 6% serta 8% di setiap zona.
2. Berdasarkan hasil pengujian parameter marshall ditinjau dari variasi zona dan persentase kadar substitusi abu sekam padi dapat disimpulkan bahwa nilai optimum penggunaan kadar abu sekam padi ada pada zona 2 persentase 4%.

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh kehalusan abu sekam padi terhadap stabilitas dan kepadatan campuran aspal beton AC-BC_{NR}, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat menganalisis pengaruh perbedaan penggunaan kadar aspal terhadap penggunaan substitusi optimum abu sekam padi.
2. Disarankan untuk mengkombinasikan jenis bahan substitusi lain dengan bahan abu sekam padi untuk mendapatkan hasil yang lebih ekonomis.

Daftar Pustaka

- Akbar, S. J., & Wesli, W. (2012). Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Abu Sekam Padi. *Teras Jurnal*, 2(4).
- Alkhaly, Y. R. (2022). Pengaruh Variasi Jenis Material Filler Pada Campuran Aspal Beton Terhadap Parameter Marshall. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 12(3), 22-30.
- Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2). *Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum*.
- Departemen Pekerjaan Umum (1991). SNI 06-2489-1991 Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall. *Kementrian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU*.

- Hermansyah, H., Putra, B. W., & Widiansyah, O. W. (2022). Meningkatkan Nilai Rongga Stabilitas Dan Flow Campuran Aspal HRS-WC Dengan Memanfaatkan Sekam Padi. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 330-340.
- Ismadarni, I., Risman, R., & Kasan, M. (2013). Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat (Ac-bc) Yang Menggunakan Bahan Pengisi Pengisi (Filler) Abu Sekam Padi. *MEKTEK*, 15(2).
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Spesifikasi campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam. *Direktorat Jenderal Bina Marga Bandung*.
- Putri Rahma Witri, W., Khadavi, S. T., MT, K., Veronika, S. T., & MT, V. (2022). *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton AC-WC* (Doctoral dissertation, Universitas Bung Hatta).
- Rosyad, F. (2017). Analisis Pengaruh Kehalusan Abu Terbang (Flyash) Terhadap Stabilitas Dan Kepadatan Campuran Beton Aspal (AC-WC). *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 6(1).
- Ridwan, F. S., & Nadia, N. (2017). Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton. *Konstruksia*, 8(2), 1-8.
- Rosyad, F., & Sary, D. D. (2017). Pengaruh Penambahan Biji Plastik Sebagai Pengganti Fraksi Halus Terhadap Kepadatan dan Stabilitas Campuran Aspal AC-BC. *Jurnal Tekno*, 14(1), 43-51.
- Rosyad, F., Prastyo, N., & Kasmuri, M. (2017). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Durabilitas dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC). *Jurnal Tekno*, 14(2), 23-31.
- Saepudin, U. (2021). Analisis Perbandingan Kualitas Lapis Aspal Beton (Laston) Dengan Menggunakan Filler Abu Batu Dan Abu Sekam Padi. *Jurnal Ilmu Sipil (JALUSI)*, 3(1), 12-18.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukarman, S. (2003). *Beton aspal campuran panas*. Jakarta: Granit.
- Syahputra, N., Malik, A., & Sebayang, M. (2019). Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Dalam Campuran Aspal Jenis AC-WC Dengan Pengujian Marshall. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 6, 1-12.