

Cite this:
J.SST, Vol 2(1): 1-5, 2023

Analisis Aspal Berongga Berbasis Limbah *Bottom Ash* Batu Bara Sebagai Substitusi Agregat Halus

Analysis of Hollow Asphalt Based on Coal Bottom Ash Waste as Substitute for Fine Aggregate

*Fenny Yulianti Husain¹; Ismail Marzuki²

¹ Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Pascasarjana Universitas Fajar, Kota Makassar, 90231, Indonesia

² Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Pascasarjana Universitas Fajar, Kota Makassar, 90231, Indonesia

*Email: husainfenny@gmail.com, ismailmz@unifa.ac.id
Email institusi: pascasarjana@unifa.ac.id

Received Date:

13 April 2023

Accepted Date:

6 Mei 2023

Keywords:

Hollow Asphalt, Bottom Ash Waste, Characteristic Testing

Kata Kunci:

Aspal Berongga, Limbah *Bottom Ash*, Pengujian Karakteristik

Abstract. *The country of Indonesia, with a tropical climate and high rainfall, demands the creation of an effective road drainage system in order to minimize road damage due to standing water on the road surface or called aquaplaning, namely the condition of the formation of a water layer on the road surface and tires resulting in damage to the asphalt surface. Porous asphalt is an asphalt mixture that is designed to have a higher porosity than other types of pavement. Bottom ash is one of the residues produced in the combustion of the coal industry or Steam Power Plant (PLTU) which consists of fine particles. In many factories or industries, bottom ash is considered as waste that is no longer used so that in this study it becomes the added value and use value of the material so that it can be utilized as best as possible. The purpose of this study was to analyze the characteristics of bottom ash waste aggregates. This study uses the specifications of the Road Engineering Association of Malaysia (REAM, 2008). Fajar University meets the specifications of the Indonesian National Standard (SNI).*

Keywords: *Hollow Asphalt, Bottom Ash Waste, Characteristic Testing*

Abstrak. Negara Indonesia dengan iklim tropis serta curah hujan yang tinggi, menuntut agar terciptanya sistem drainase jalan yang efektif agar meminimalisir kerusakan jalan akibat adanya genangan air dipermukaan jalan atau *aquaplaning* yaitu kondisi terbentuknya lapisan air permukaan jalan dan ban sehingga mengakibatkan kerusakan pada permukaan lapisan aspal. aspal berongga adalah campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain. *Bottom ash* (abu dasar) adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran industri batubara atau Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terdiri dari partikel-partikel halus. Dibanyak pabrik atau industri *bottom ash* dianggap sebagai limbah yang tidak digunakan lagi sehingga dalam penelitian ini menjadi nilai tambah dan nilai guna dari bahan tersebut untuk dapat dimanfaatkan sebaik mungkin. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengujian karakteristik agregat limbah *bottom ash*. Penelitian ini menggunakan spesifikasi Road Engineering Association of Malaysia (REAM, 2008) Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat limbah *bottom ash* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa agregat limbah *bottom ash* yang berasal dari sisa pembakaran batu bara pengujian praktikum di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Teknik Sipil Universitas Fajar memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata Kunci: Aspal Berongga, Limbah *Bottom Ash*, Pengujian Karakteristik

PENDAHULUAN

Negara Indonesia dengan iklim tropis serta curah hujan yang tinggi, menuntut agar terciptanya sistem drainase jalan yang efektif agar meminimalisir kerusakan jalan akibat adanya genangan air dipermukaan jalan atau dinamakan *aquaplaning* yaitu kondisi terbentuknya lapisan air permukaan jalan dan ban sehingga mengakibatkan kerusakan pada permukaan lapisan aspal. Perkerasan jalan yang dapat masalah tersebut yaitu aspal berongga. aspal porus (berongga) adalah campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain, sifat porus diperoleh karena campuran aspal porus menggunakan proporsi agregat halus lebih sedikit dibanding campuran yang lain. (Djumari 2009). Indonesia memiliki cadangan batubara yang sangat besar dan menduduki posisi ke-2 dunia sebagai negara pengekspor batubara dan posisi ke-6 sebagai negara penghasil batubara (International Energy Agency, 2009). Abu dasar (*bottom ash*) merupakan limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada berbagai pembangkit listrik dan industri. *Bottom ash* terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran udara, air dan tanah. Agar lebih bermanfaat dan tidak mengganggu lingkungan, Limbah *bottom ash* tersebut lebih baik dipakai sebagai campuran aspal berongga. Melakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus pada campuran aspal berongga, dengan variasi kadar limbah *bottom ash* 0%, 25%, 50%, 75 dan 100%.

Kemudian didapatkan bahwa campuran aspal dengan kadar limbah *bottom ash* 25% memiliki nilai stabilitas paling tinggi dengan flow yang memenuhi nilai spesifikasi. Sehingga kadar limbah *bottom ash* yang cenderung memenuhi kinerja Marshall yaitu 25%.

Pemadatan merupakan proses pemampatan sehingga diperoleh kekuatan dan stabilitas serta rongga yang cukup pada campuran beraspal. Proses pemadatan di lapangan dilakukan dengan menggunakan *Roller Tandem*, sedangkan untuk perancangan campuran di laboratorium, proses pemadatan disimulasikan dengan membebani campuran di dalam cetakan (*Mold*) (Andhikhatama, 2013). Pembebanan aspal di laboratorium dilakukan menggunakan *whole hummer* dengan cara menumbuk permukaan campuran aspal hingga menjadi padat. Tumbukan tersebut berpengaruh terhadap kekuatan aspal dalam menahan beban lalu lintas dan kestabilan aspal yang menentukan kualitas umur perkerasan lentur.

Irmawan, 2021 melakukan penelitian serupa dengan menyarankan menambah variasi limbah *fly ash* dengan spesifikasi yang berbeda. Dengan hasil perhitungan pendekatan kadar aspal (Pb) maka akan dilakukan pengujian *Marshall* sehingga didapatkan nilai KAO sebesar 5,5%. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian *Marshall* dan *Cantabro* yang menggunakan Variasi 0%, 2%, 3%, 5%, dan 6% limbah *fly ash* sebagai substitusi filler. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa 3% memenuhi spesifikasi parameter nilai *Marshall* dengan nilai stabilitas tertinggi yaitu 421,38,4 Kg, dengan nilai kehilangan paling kecil yaitu 2,98% berdasarkan uji *Cantabro* (Irmawan 2021). Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti tertarik untuk penelitian mengenai Analisis Aspal Berongga Berbasis Limbah *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Agregat Halus.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan yaitu bagaimana pengujian karakteristik agregat limbah *bottom ash* pada campuran aspal berongga

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium dengan system pencampuran aspal serta menganalisis pengaruh dari stabilitas campuran aspal terhadap karakteristik Marshall aspal berongga alam melayani beban lalu lintas. Adapun standar spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah spesifikasi Road Engineering Association of Malaysia (REAM, 2008) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar yaitu chipping dan limbah beton (agregat kasar) split 1-2, Pasir (agregat halus) split 0,5 – 1, dan Abu Batu (filler). Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah saringan no. $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, no.4, no.8, no.200, dan pan, mesin penggetar ayakan (*sieve shaker*), oven, timbangan dengan

kapasitas 50 kg, panci pencampur, kompremanas, thermometer, spatula, ejector, automatic asphalt compactor, marshall test, dan mesin los angeles

Bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian dilakukan. Substansi utamanya meliputi: (1) rancangan penelitian; (2) populasi dan sampel (penelitian kuantitatif); (3) teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen; (4) dan teknik analisis data. Penelitian yang menggunakan alat dan bahan, sebaiknya menuliskan spesifikasi alat dan bahannya. Spesifikasi alat menggambarkan kecanggihan alat yang digunakan sedangkan spesifikasi bahan menggambarkan macam bahan yang digunakan.

Penelitian kualitatif dapat menggunakan paradigma (*worldview*) dan pendekatan penelitian meliputi etnografi, etnometodologi, fenomenologi, etnografi, studi kasus, *siri' na pesse* metodologi, dramaturgi, sejarah, biografi, dan lain-lain. Selain itu, dapat juga ditambahkan kehadiran peneliti, subyek penelitian, informan yang ikut membantu beserta cara-cara menggali data-data penelitian, lokasi dan lama penelitian serta uraian mengenai pengecekan keabsahan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASA

Hasil Uji Karakteristik Material

Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Serangkaian hasil pengujian sifat fisik agregat yang digunakan dalam penelitian ini, secara keseluruhan memenuhi standar yang disyaratkan dalam pengujian mutu agregat. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Fajar.

a. Sifat fisik Agregat Kasar

Hasil pengujian dari sifat fisik agregat kasar dilakukan sesuai dengan metode pengujian dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah beton dari hasil pengujian di Laboratorium Universitas Fajar Makassar. Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 1**. Sifat-sifat fisik agregat kasar

No.	Pengujian	Nilai Interval	Hasil
1	Penyerapan (%)	Maks. 3	1,58
2	Berat Jenis Spesifik (%)		
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2,58
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2,62
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3	2,69
3	Keausan (%)	Maks. 40	31,6
4	Indeks Kepipihan	Maks. 30	24,8

Sumber: Hasil pengujian laboratorium Teknik Sipil, 2022

Nilai interval merupakan selisih antara nilai indeks maksimum dengan nilai indeks minimum persyaratan agregat, yang diambil dari SNI acuan pengujian agregat yang digunakan. Hasil tersebut merupakan standar maksimum hasil pengujian agregat yang tidak boleh dilewati atau standard minimum agregat yang tidak boleh dilewati berdasarkan Tabel IV.1 hasil pengujian agregat kasar. Agar dapat diketahui kualitas agregat yang akan digunakan untuk campuran beraspal.

b. Sifat Fisik Agregat Halus

Hasil pengujian dari sifat fisik agregat halus dilakukan sesuai dengan metode pengujian dari Standar Nasional Indonesia (SNI), Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari perusahaan batu yang terletak di Bili-bili kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa (PT Mega Struktur). Adapun hasil rekapitulasi pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan karakteristik sifat fisik agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Sifat-sifat Fisik Agregat Halus

No.	Pengujian	Nilai Interval	Hasil
1	Penyerapan (%)	Maks. 3	1,22
2	Berat Jenis Spesifik (%)		
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2,58
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2,61
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3	2,67
3	Kadar Lumpur	Maks. 5	1,5

Dari tabel 2 dapat dilihat bagian kanan merupakan hasil dan tengah merupakan nilai interval atau standar dari agregat halus yang tak boleh dilewati berdasarkan hasil uji agregat yang dilakukan. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui nilai persen agregat tidak melewati persen batas yang ditetapkan SNI. Oleh sebab itu agregat layak dijadikan bahan campuran aspal. Adapun hasil pemeriksaan penyerapan, berat jenis dan kadar lumpur.

c. Sifat fisik Limbah Beton

Hasil pengujian dari sifat fisik limbah beton dilakukan sesuai dengan metode pengujian dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah beton dari hasil pengujian di Laboratorium Universitas Fajar Makassar. Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

Dibawah ini merupakan hasil pemeriksaan analisa saringan gabungan agregat berdasarkan SNI 03-1968-1990 dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Gabungan

No. Saringan	Ukuran Saringan	Lolos Saringan		
		Batu Pecah	Pasir	Abu Batu
Inchi	mm			
$\frac{3}{4}$	19	0	0	0
$\frac{1}{2}$	12,5	190,04	0	190,04
$\frac{3}{8}$	9,5	372,32	0	372,32
4	4,75	577,64	0	577,64
8	2,36	0	185	0
200	0,075	0	680	0
PAN		0	135	0

Sumber: Hasil pengujian laboratorium Teknik Sipil, 2022

Tabel 3 merupakan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar pada penelitian ini. Adapun tujuan dilakukan analisa saringan adalah untuk mengetahui persen setiap ukuran agregat, yang akan dijadikan dasar penggabungan agregat berdasarkan spesifikai yang digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sifat-sifat fisik agregat untuk limbah *bottom ash* yang telah dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Teknik Sipil Universitas Fajar dapat disimpulkan bahwa memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI).

REFERENSI

- Andhikata, A. (2013) 'Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course Gradasi Kasar'.
- Anonim. 2006. Kajian Batubara Nasional "Batubara Indonesia". Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara (TEKMIRA). Diakses Tanggal 21 April 2022. www.pusdiklat-minerba.esdm.go.id/
- Anonim. 2009. International Energy Agency "Key World Energy Statistic". Head of Communication and Information Office 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France. Diakses Tanggal 22 April 2022.

- <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf>
- 4 ASTM D4791-19 Standard Test Method For Flat Particles, Elongated Particles, Or Flat And Elongated Particles In Coarse Aggregate.
 - 5 Ayu Lasryza, dan Dyah Sawitri. 2012. “Pemanfaatan Fly Ash Batubara sebagai Adsorben Emisi Gas CO pada Kendaraan Bermotor”. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol. 1. No. 1. Hal : 1-6.
 - 6 Amiruddin, Ibrahim, Ika Sulianti, Agus Subrianto.” Pemanfaatan Material Lokal dalam Pembuatan Aspal Porus tipe AC-WC yang Aman dan Ramah Lingkungan”. *JURNAL FORUM MEKANIKA* Vol. 7, No. 2, November 2018, P-ISSN 2356-1491.
 - 7 Djumari, Sarwono D, (2009). Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal dengan Metode Pemampatan Kering. *Media Teknik Sipil*. Vol XI. 9-14.
 - 8 Irmawan, Analisis Perencanaan Campuran Aspal Berongga Berbasis Limbah Fly Ash Sebagai Substitusi Filler. Universitas Fajar 2021
 - 9 Iik Radevi Burhamsi Putri dkk, “Pengaruh Variasi Penambahan Agregat Buatan Terhadap Kadar Aspal Optimum untuk Perkerasan Aspal Lapis Aus” *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 7, No. 2, (2018) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
 - 10 Pratomo, P. Campuran Hot Rolled Sheet Dengan Berbagai Jenis Filler. *Prosiding Simposium I Studi Transportasi Perguruan Tinggi Bandung*: Institut Teknik Bandung, 1999.
 - 11 Putrowijoyo, Rian. *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland dan Abu Batu Sebagai Filler*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2006
 - 12 Tahir, Anas. Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara. *Jurnal SMARTek*, 7 (4): 256-278, 2009.